



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOO
INSENERITEADUSKOND
Mehaanika ja tööstustehnika instituut

AUTOMATISEERITUD PARKIMISMAJA KAASAJASTAMINE

MODERNIZATION OF AN AUTOMATED PARKING SYSTEM

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Artjom Koltsov

Üliõpilaskood 183753MATM

Juhendaja: Toivo Tähemaa, teadur

(Tiitellehe pöördel)

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

"25" mai 2020

Autor: Artjom Koltsov

(allkirjastatud digitaalselt)

Töö vastab bakalaureusetöö/magistritööle esitatud nõuetele

"25" mai 2020

Juhendaja: Toivo Tähemaa

(allkirjastatud digitaalselt)

Kaitsmisele lubatud

"....."201... .

Kaitsmiskomisjoni esimees

/ nimi ja allkiri /

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks¹

Mina, Artjom Koltsov (sünnikuupäev: 19.09.1996)

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose Automatiseeritud parkimismaja kaasajastamine, mille juhendaja on Toivo Tähemaa

1.1 reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

¹*Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil.*

(allkirjastatud digitaalselt)

25.05.2020

Mehaanika ja tööstustehnika instituut

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: Artjom Koltsov, 183753MATM

Õppekava, peeriala: MATM02/18 - Tootearendus ja tootmistehnika, 1- tootearendus

Juhendaja(d): teadur Toivo Tähemaa, 620 3252

Lõputöö teema:

Automatiseeritud parkimismaja kaasajastamine

Modernization of an automated parking system

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Parkimismaja uude parklakohtade projekteerimine
2. Uue elektriajami väljatöötamine
3. Lisamehhanismide väljatöötamine

Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Ülesande püstitus. Olemasolevate automatiseeritud parkimismajade analüüs.	30.01.2020
2.	Reaalse süsteemi lahtikirjeldamine. Uue parkimissüsteemi algoritmi väljatöötamine.	25.02.2020
3.	Parklakoha ja sissesõidu ruumide projekteerimine. Arvutuste tegemine, selleks et valida elektriajami ja elektriliste komponente. Süsteemi eeldatava maksumuse määramine.	30.03.2020
4.	Lihtsama elektriskeemi tegemine ja koodi kirjutamine.	30.04.2020
5.	Lõputöö vormistamine.	25.05.2020

Töö keel: eesti keel

Lõputöö esitamise tähtaeg: "25" mai 2020 a

Üliõpilane: Artjom Koltsov (allkirjastatud digitaalselt) ".....".....2020 a

Juhendaja: Toivo Tähemaa (allkirjastatud digitaalselt) ".....".....2020 a

Programmijuht: ".....".....2020 a
/allkiri/

Kinnise kaitsmise ja/või lõputöö avalikustamise piirangu tingimused formuleeritakse pöördel

SISUKORD

EESSÕNA	7
SISSEJUHATUS	8
Parkimissüsteemide kirjeldus.....	8
„Lift and slide“ süsteem	8
Parkimisrobot	9
Konveierparkimissüsteem	9
1. Konveierparkimissüsteem	10
1.1. Tehniline ülesanne.....	10
1.2. Esmase parkimissüsteemi kirjeldus.....	12
1.3. Algoritm	13
1.4. Parkimiskoht.....	14
1.5. Rulli valik	18
2. Sissesõidu ruumid.....	20
2.1. Parempoolne sissesõidu ruum (joonisel 4 on „sissesõit 2“).....	20
2.2. Vasakpoolne sissesõidu ruum (joonisel 4 on „sissesõit 1“)	21
2.2.1. Parkimiskoha lükkamismehhanismi arvutused.	22
2.2.2. Rataste valik platvormile	24
2.2.3. Ajami valik.....	24
2.3. Ajami installeerimine	27
2.3.1. Süsteemi mehaanilise osa minimaalne maksumus.....	29
2.4. Tõstemehhanism.....	29
2.5. Tõstemehhanismi 3D mudel.....	35
2.5.1. Tõstemehhanismi maksumus	36
3. Elektriiosa.....	37
3.1. Juhtimine	37
3.1.1. Süsteemi juhtimine (esimene „standardne“ viis)	37
3.1.2. Süsteemi juhtimine (teine „loogiline“ viis)	37
3.2. Andurite valik	39

3.2.1. Andurite kasutamine antud süsteemis	40
3.2.2. Elektrikomponentide maksumus	40
4. Programmeerimine.....	41
4.1. Kasutatavate komponentide ja tarkvara kirjeldus	41
4.2. Programmi kirjeldus	41
4.2.1. Seadmete ühendus	42
4.2.2. Digitaal sisendite ja väljundite loetelu.....	44
4.2.3. Programmikoodi kirjeldus	46
KOKKUVÕTE	48
SUMMARY.....	49
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU	49
Lisa 1. Valitud lineaarmehhanismi manuaal.....	52
Lisa 2. Valitud reduktor-mootori manuaal	53
Lisa 3. Induktiiv anduri omadused	54
Lisa 4. Valitud reduktori manuaal	55
Lisa 5. Valitud elektrimootori manuaal.....	56
Lisa 7. Parklakoha joonised.....	58

EESSÕNA

Autor tänab kõiki, kes olid käesoleva töö valmimise juures abiks. Eriline tänu kuulub TTÜ Mehaanika ja tööstustehnika instituudi teadurile Toivo Tähemaale põneva ja operatiivse koostöö eest kogu töö käigus. Autor on tänulik Simo Siniroht'ile, kellega koos uuris magistriõppes tootearendust ning kes osales aktiivselt ka käesoleva projekti disainimises. Tänan ka oma eesti keele õpetajat Helgi Saart, kes aitas lihvida diplomitöö keelekasutust.

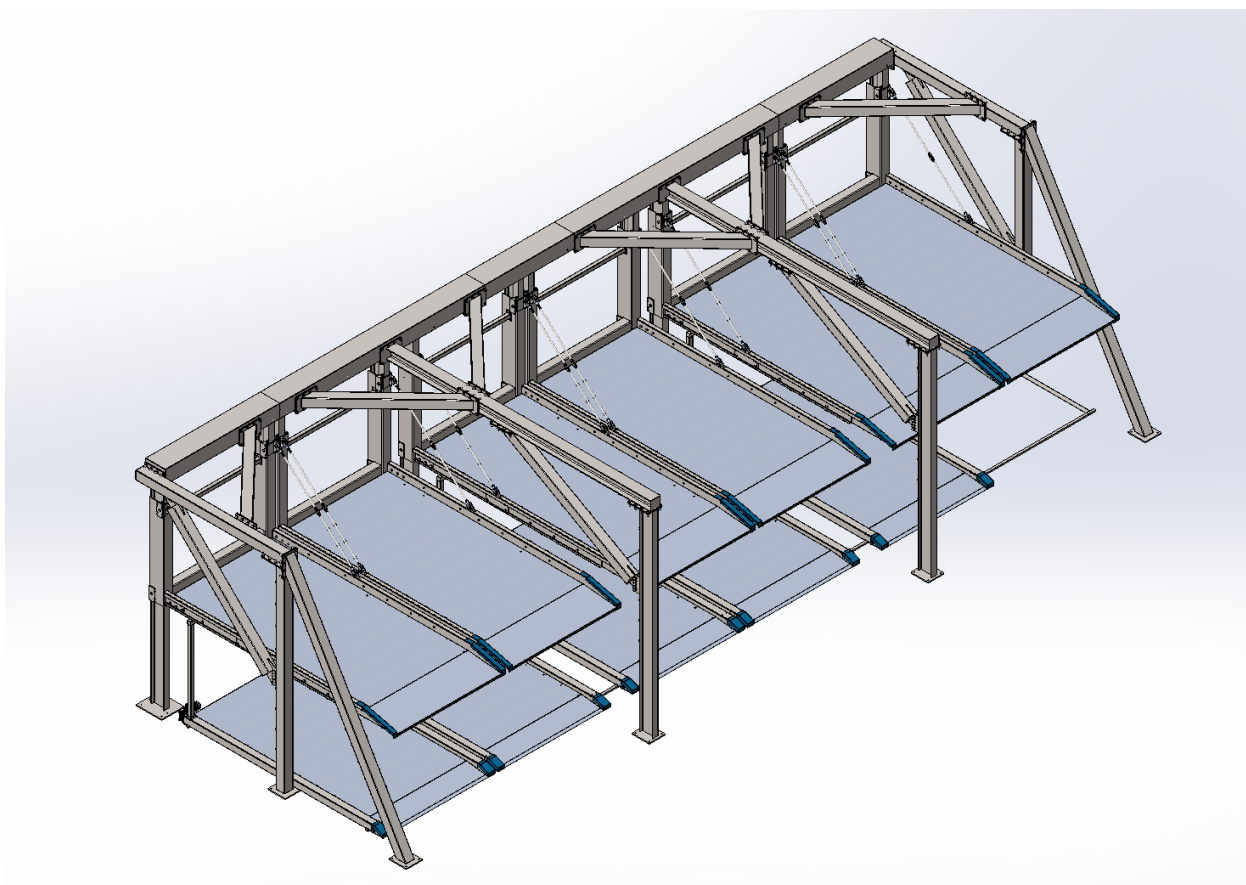
SISSEJUHATUS

Parkimissüsteemide kirjeldus

Maailmas tuntakse erinevaid automatiseeritud parkimissüsteeme. Nad erinevad töö põhimõtte, ajami valiku ja autode mahu järgi.

„Lift and slide“ süsteem

„Lift and slide“ süsteem koosneb tavaliselt kahest korrusest. Esimesel korrusel sõidavad parkimiskohad horisontaalteljel, aga teisel korrusel liiguvad autod üles-alla. Tavaliselt on alumisel korrusel parkimiskohti vähem, selleks et oleks võimalik ülemine parkimiskoht lasta alla. Näiteks, joonisel 0.1 on toodud süsteem, kus on kokku 11 parkimiskoha.



Joonis 0.1. „Lift and slide“ parkimissüsteem.

Kui süsteemil on vaja näiteks kolmas parkimiskoht esimesele korrusele alla lasta, siis vastavad alumised parkimiskohad liiguvad laiali, et vabastada alumisel korrusel vastav parkimiskoht. Sellised süsteemid on juba päris laialdaselt kasutuses. Peamiselt nad töötavad hüdraulilise ajamiga.

Parkimisrobot

Maailmas (peamiselt Hiinas) on levinud ka süsteemid, kus parkimisrobotid pargivad klientide autosid. Joonisel 0.2 on toodud üks selline robot koos autoga.



Joonis 0.2. Parkimisrobot koos autoga

Selle parkimisroboti põhimõtteks on liikuda vastava auto alla, tuvastada auto suurus, rataste asukohad, tõsta auto oma klemmidega üles ja parkida vastavale vabale parkimiskohale. Selle süsteemi eelduseks on see, et parkimishoone ise ei vaja suurt moderniseerimist. On vaja vaid lisada vastav IT süsteem, mis tuvastaks parkimiskohad ja suhtleks robotiga. Lisaks peavad hoone sees olema veel patarei laadimiskohad.

Robot võib olla disainitud nii ühest, kui ka mitmest tükist, mis liiguvad iseseisvalt, aga auto parkimist teostavad koos. Kasutatakse väga keerulist IT süsteemi.

Konveierparkimissüsteem

Konveierparkimissüsteem on üks levinumaid parkimissüsteeme, mille põhimõtteks on parkida auto konveieri peale, sealt edasi lükkab parkimissüsteem auto juba ise vastavale vabale parkimiskohale. Need süsteemid kasutavad rihmu, rulle või alumiiniumist plastiine. Auto pargib nende peale, seejärel tuleb autoomanik autost välja ja kinnitab kuvaril, et auto vastab parkimistingimustele ning süsteem alustab parkimist. Tavaliselt koosneb süsteem kolmest alast: sissesõiduruum, parkimistunnel ja parkimiskohad. Süsteemi eelduseks on selle lihtsus ning odavus. Antud töös tuleb juttu ühest sellisest süsteemist.

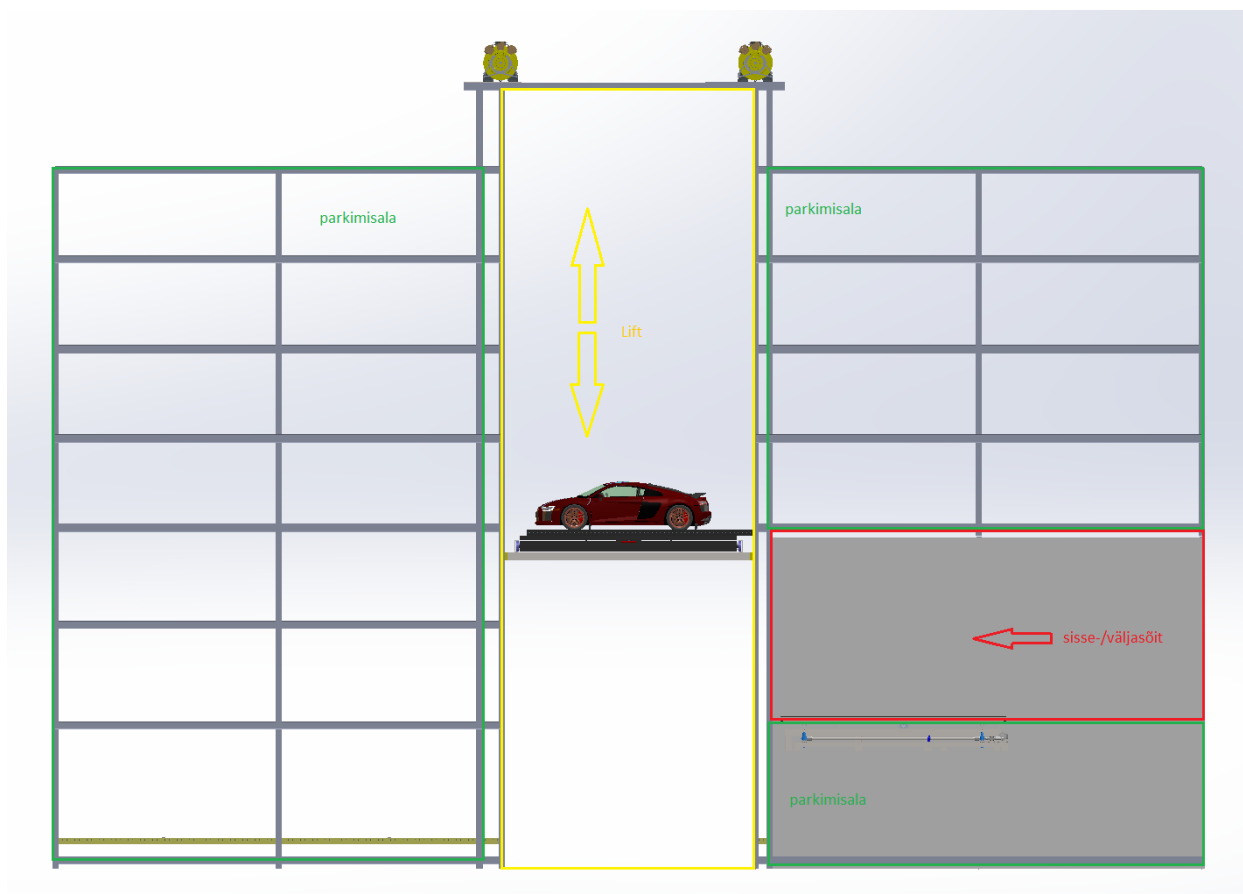
1. Konveierparkimissüsteem

1.1. Tehniline ülesanne

Käesolev töö kirjeldab ühte seitsmekorruselist parkimissüsteemi, kuhu mahuvad korraga kuni 140 autot. Parkimismaja asub välismaal ja vajab moderniseerimist. Vana parkimissüsteem demonteeritakse, järele jäävad ainult maja teraskonstruktsioon ja lifti tasakaalud. Kui kaalude järgi uuendatud süsteemi lõplik disain jääb sarnaseks sellega, mis oli kasutusel varem, siis olemasolev teraskonstruktsioon ei vaja moderniseerimist.

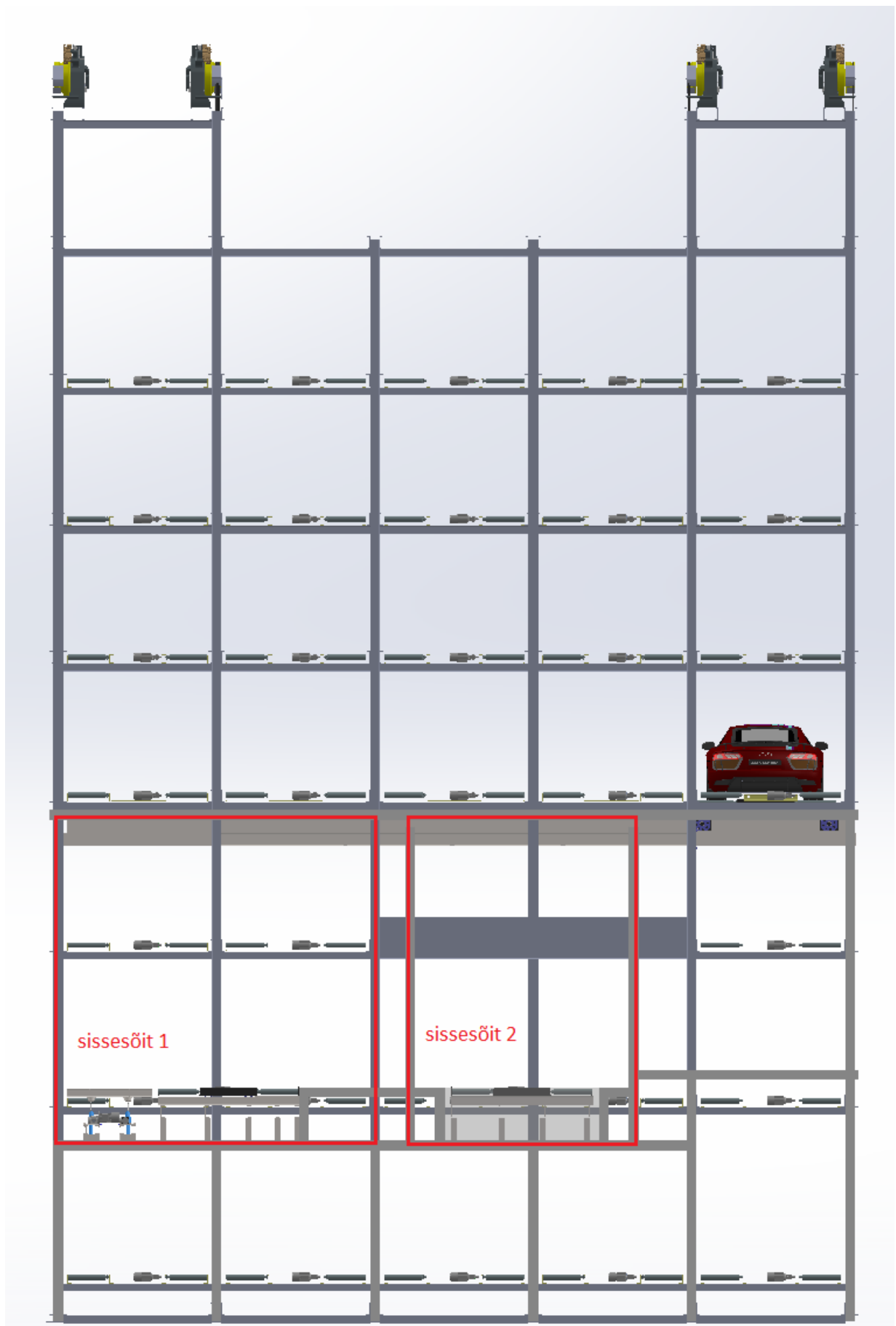
Moderniseerimisel tuleb vältida hüdrauliliste komponentide kasutamist. Kõik ajamid peavad töötama elektriga. Konveier peab koosnema rullidest.

Üldiselt võib kogu süsteemi jagada kolmeks väiksemaks süsteemiks – sisse- ja väljasõidu ruumid, lift ja parkimisala. Joonisel 3 on need välja toodud.



Joonis 1.1. Parkimissüsteemi külgvaade.

Süsteemil on olemas kaks sissesõidu, mida võib kasutada nii sisse- kui ka väljasõitmiseks. Joonisel 1.2 on parkimissüsteemi eesvaade.



Joonis 1.2. Parkimissüsteemi eesvaade.

Kui auto pargitakse sisse, siis süsteem kontrollib auto kuju, suurust ja kaalu. Kui auto vastab parkimistingimustele, siis autoomanik kinnitab kuvaril, mis asub sissesõiduruumist väljaspool, et autol ei ole inimesi/loomi, automootor on välja lülitatud ja auto käigukast on „P“ asendis. Siis tuleb autole järel lift, mis sõidab hoone sees üles-alla. Auto lükatakse liftile ja lift pargib auto vabale kohale. Kuna tegu on varem valminud hoonega, siis mõned parkimiskohad on madalad. Sinna saab parkida ainult madalad autod. Süsteem suudab ise tuvastada, kas auto on piisavalt madal. Neid parkimiskohti ei ole palju ja nad asuvad alumisel korrusel sissesõidu ruumi all.

Antud töös vaatab autor läbi ainult sisse- ja väljasõidualad ning parkimiskohad. Lifti liikumist on täpsemalt kirjeldatud Simo Siniroht'i diplomitöös.

1.2. Esmase parkimissüsteemi kirjeldus

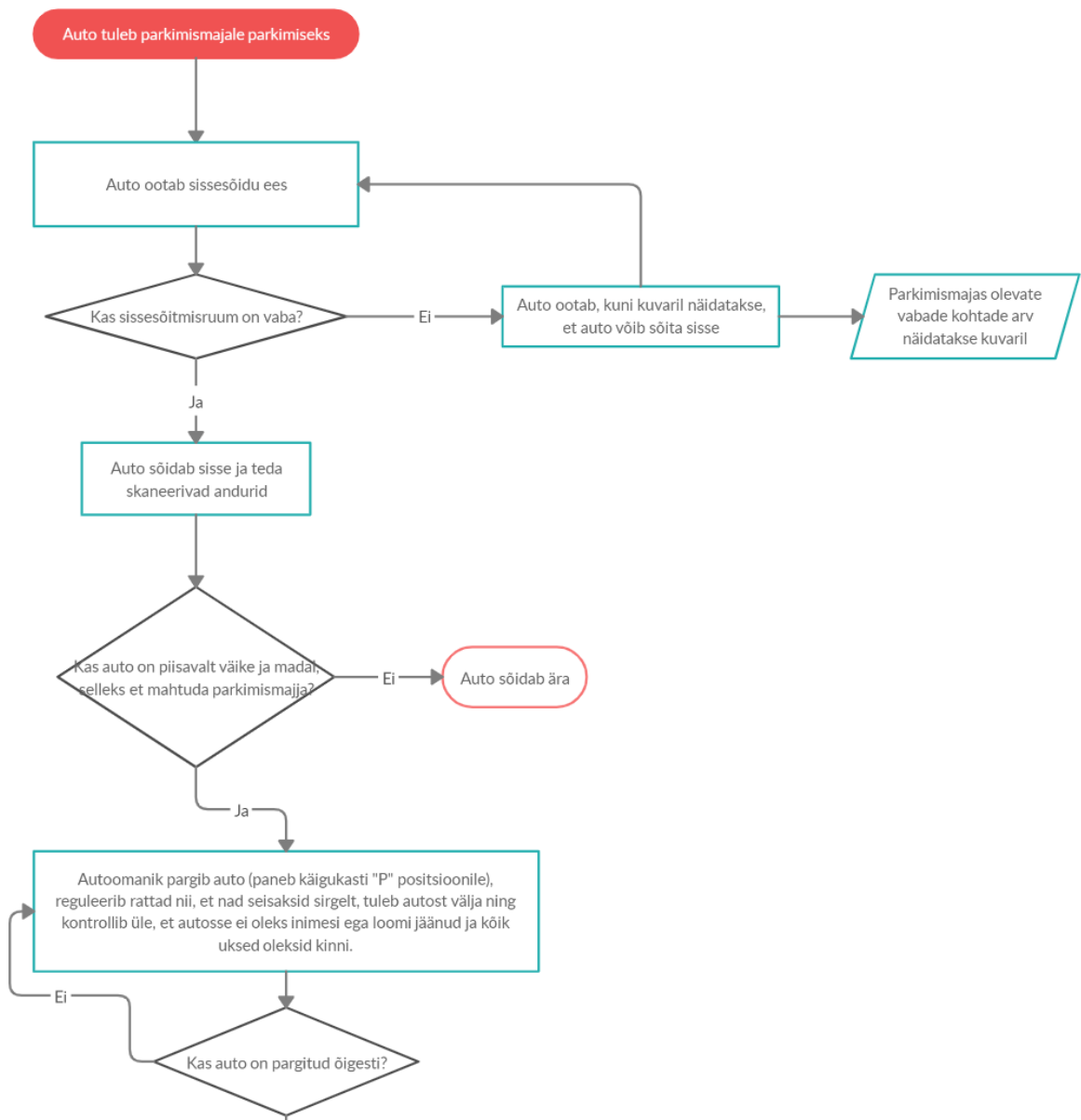
Antud töös on läbi vaadanud automatiseeritud parkimissüsteem, mis vajab moderniseerimist. Reaalselt, see on juba teine moderniseerimine, mis toimus selle parkimissüsteemiga.

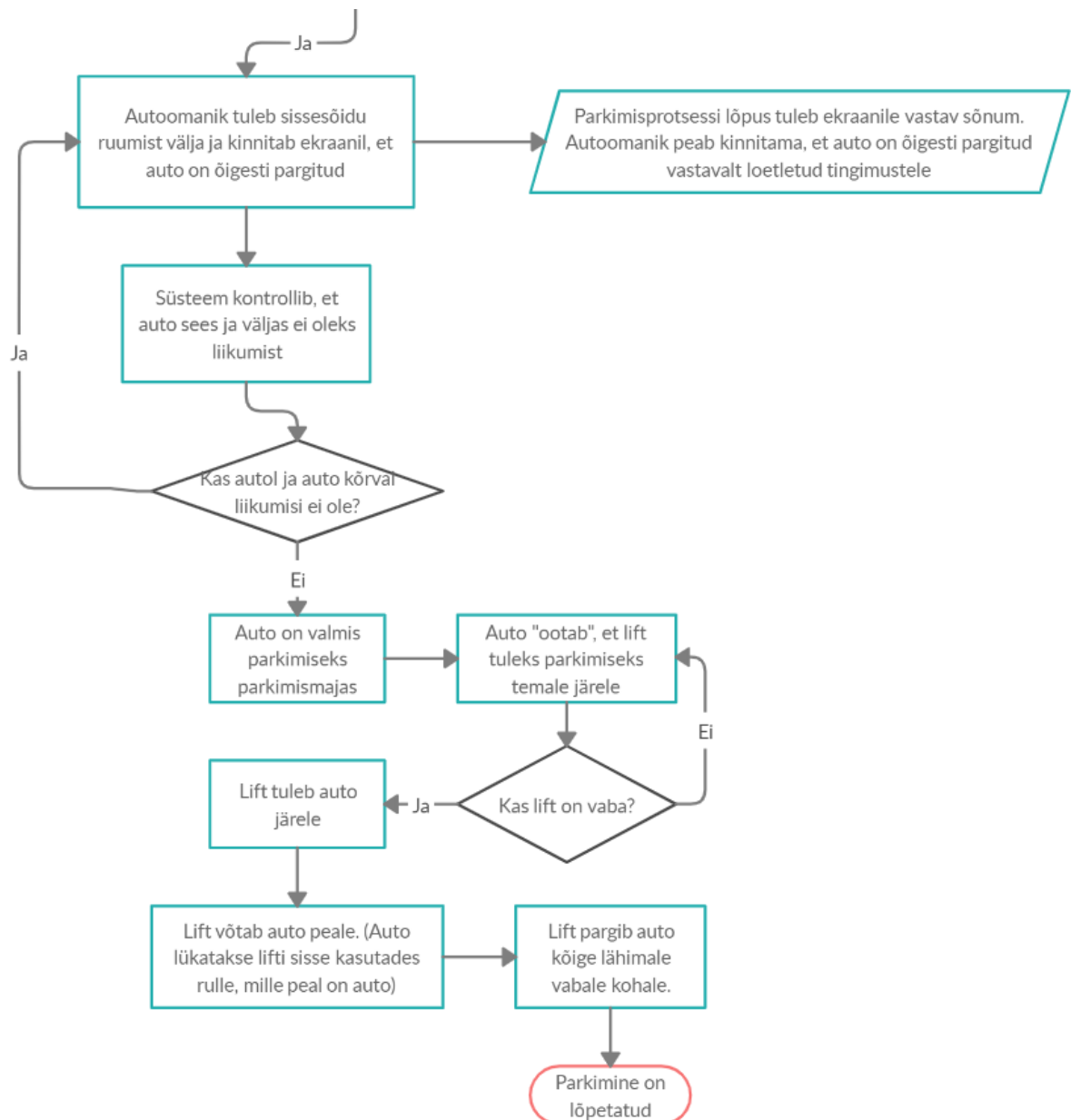
Esiolgu kõik autod, mis olid pargitud parkimishoone sees pidid seisma platvormide peal. Need juba liikusid ühest punktist teisele koos autoga. Parkimishoone keskel asusid 2 lifte. Igale liftile mahus ainult üks platvorm. Lift koos selle platvormiga sõitis ainult üles-alla. Liftid asusid hoone servadel. Nende vahel olid kinnitatud terasprofiilid, mida kasutati „relssidena“. Kui lift koos platvormiga tuli õigele korrusele, siis platvorm sõitis kas kohe parkimiskohale, mis asus lifti vastu, või ta oli lükanud hoone keskele ja platvorm sõitis relsside peal kuni vastava parkimiskohani.

Selle süsteemi puuduseks oli väga pikk parkimistsükkel. Vaatamata sellele, et korruga oli võimalik parkida 2 autot, parkimistsükkel oli ikka liiga pikk (kuni 5 minutit). Süsteem oli ehitatud 2000 aastate alguses ja tol ajal ei olnud võimalik süsteemi korralikult sünkroniseerida ja optimeerida.

1.3. Algoritm

Käesolevas magistritöös käsitletav autori poolt välja tootatud lahendus toimib järgmise algoritmi alusel:





Algoritm oli loodud autorina just selle konkreetse hoone jaoks. Teises hoones võivad lisanduda ka teised käsud, või vastupidi mõned käsud algoritmist kustutakse ära.

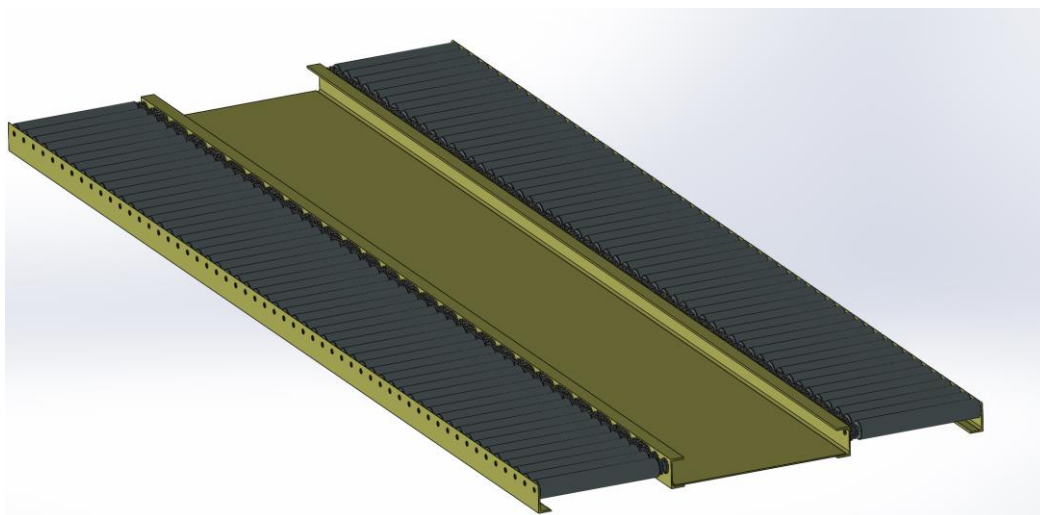
1.4. Parkimiskoht

Parkimiskoht peab võimaldama parkida peaaegu kõiki B kategooria autosid, mis vastavad standardsetele gabariiditele. Pikisuunas parkimiskoha pikkuseks arvestatud 5,5 m. Laius võib varieeruda, aga tähtis on arvestada erinevate autode rööpmevahesid. Tabelis 1.1 on toodud ühe väiksema ja ühe suurema auto rööpmevahed.

Tabel 1.1 Autode rööpmevahe

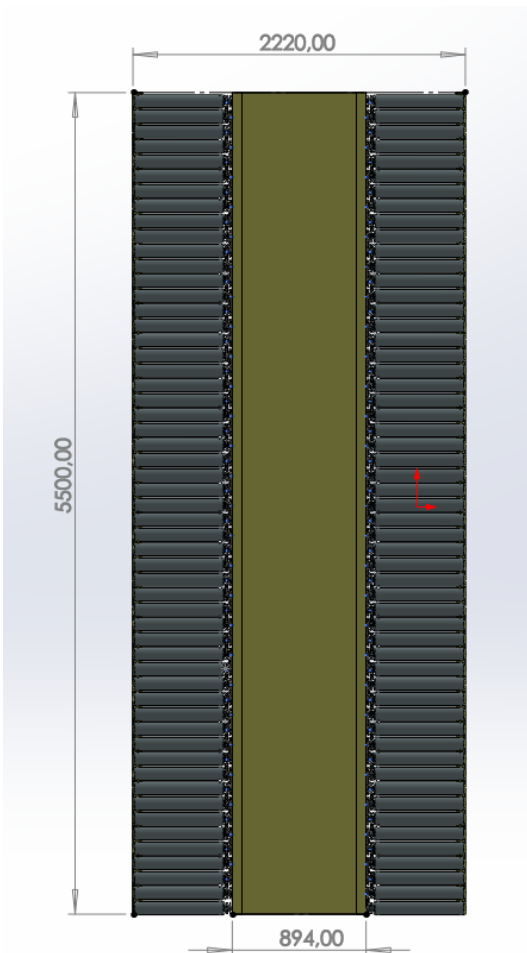
Jrk nr	Auto nimetus	Rööpmevahe
1	Fiat 500 [1]	1,429 m
2	Ford-150 [2]	1,717 m

Arvestades väiksemate ja suuremate autode rööpmevahesid, oli valitud järgmine parkimiskoha teraskonstruksioon:



Joonis 1.3. Parkimiskoha konstruksioon koos rullidega.

Konstruksioon koosneb kahest nurkprofiilist 135x65x8 ja kahest CH profiilist 140x15. Konstruksioon keskel asub metall-leht, selleks et inimestel hiljem oleks võimalik teostada parkimissüsteemi hooldustöid selle peal. Parkimiskoha mõõdud on toodud joonisel 1.4.



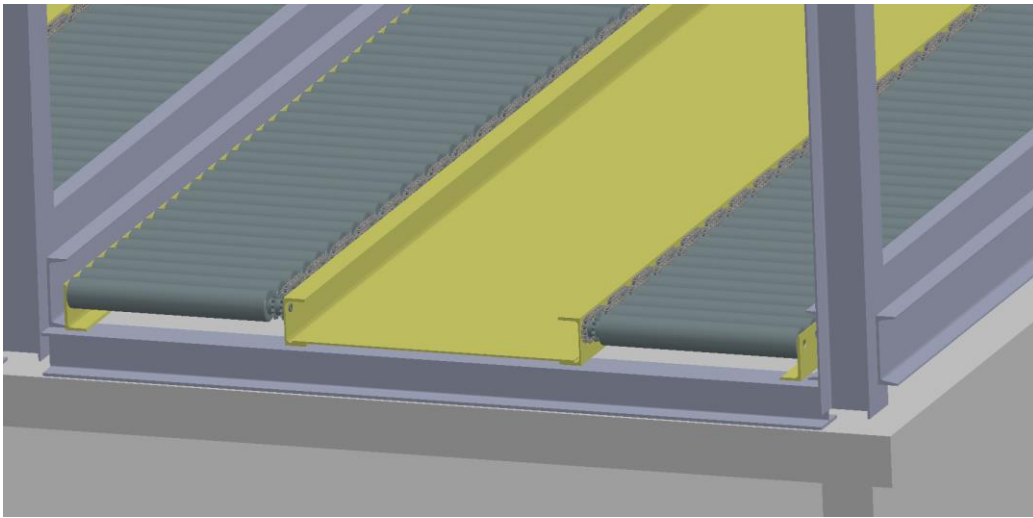
Joonis 1.4. Parkimiskoha mõõdud. (mõõdud on millimeetrides)

Metall-lehe mõõdud on 5,5x0,85x0,006. [3] Kuna kogu metall-lehe koormus töötab piki suunas ja süsteemil on see paigaldatud profiili astme peale (joonis 1.5), siis ei ole sellele vaja lisatoetust altpoolt.



Joonis 1.5. Metall-lehe toetus.

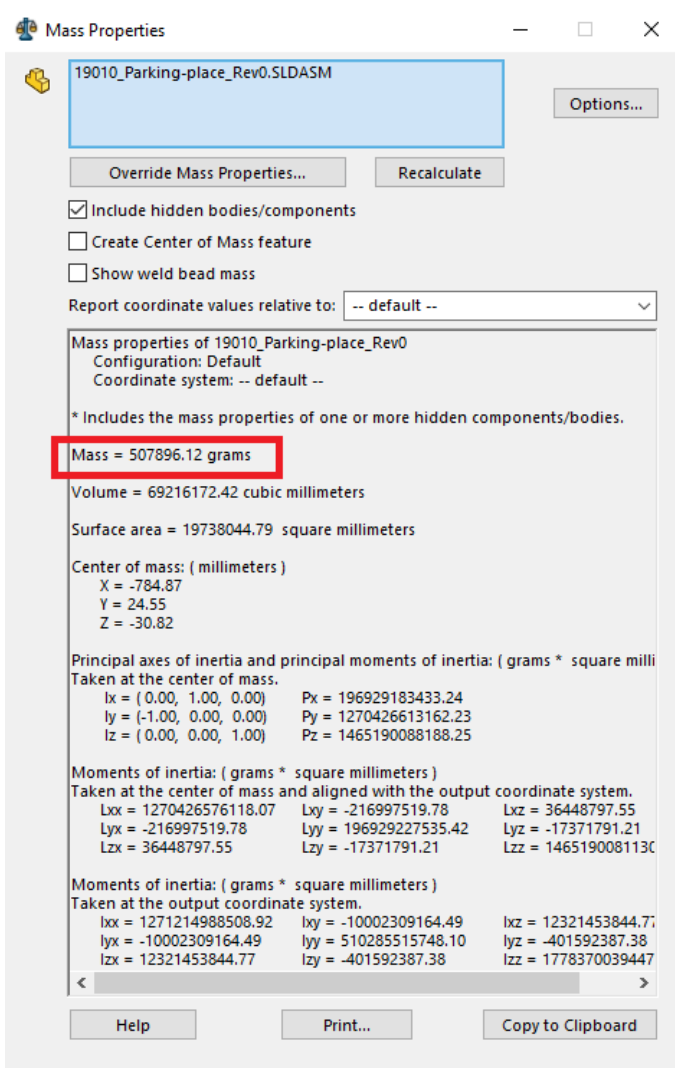
Parkimiskoht ise toetub 8 punkti peale. Selle nurk- ja CH profiilid seisavad W 6x15 profiili peal (ANSI süsteem; mõõdud on tollides; joonis 1.6), seega ei vaja ta lisatoetust nende profiilide vahel. Profiilid tulevad kohale värvitult ja nad keevitatakse konstruktsiooni peale. Teiseks võimaluseks on neid värvimise asemel tsinkida. Ilusam, lihtsam ja odavam on kasutada värvimist.



Joonis 1.6. Parkimiskoha asukoht ja W profiili asukoht parkimiskoha all.

Parkimiskoha teraskonstruktsiooni kaal on ca 510 kg. (joonis 1.7)

Lisaks ühe rulli kaal on ca 11 kg. Tabelis 1.2 toodud välja rulli mõõdud ning teised süsteemi olulised väärtused.



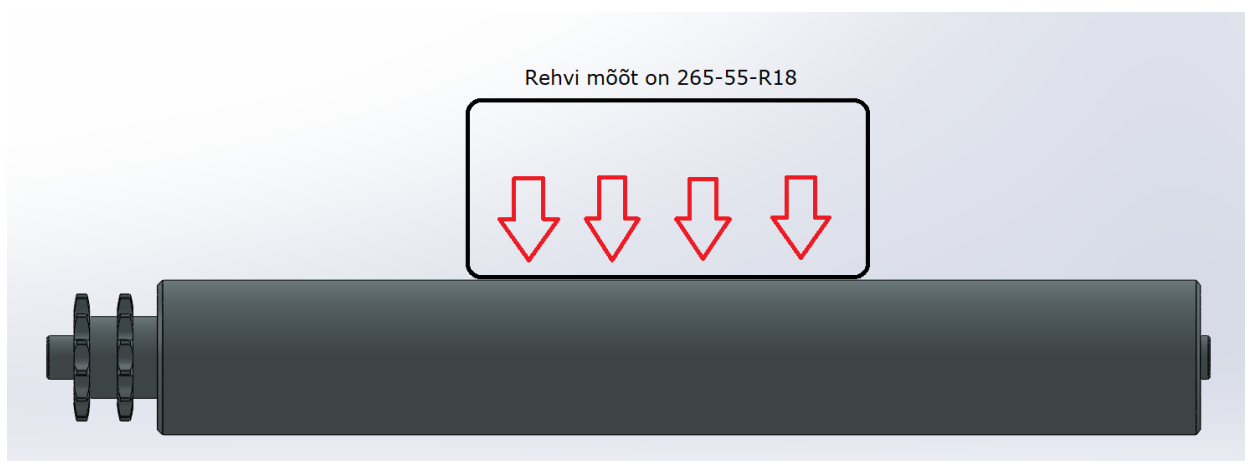
Joonis 1.7. Parkimiskoha kaal ilma rullite ja ajamita.

Rulli omadused on toodud tabelis nr 1.2.

Tabel 1.2. Rulli omadused.

Jrk nr	Omadus	Väärtus
1	Pikkus L	0,6 m
2	Läbimõõt D	0,089 m
3	Materjal	Teras 42CrMo4
4	Metallitöötlus	Galvaniseeritud
5	Lisa	Pinna peal on gofreeritud kumer pind.
6	Telje läbimõõt	0,025 m
7	Koormustest	Rull peab vastu kuni 750 kg
8	Ülekanne	Ülekanne ketiga
9	Ajam	Elektriajam (asünkroonmootor + reduktor)

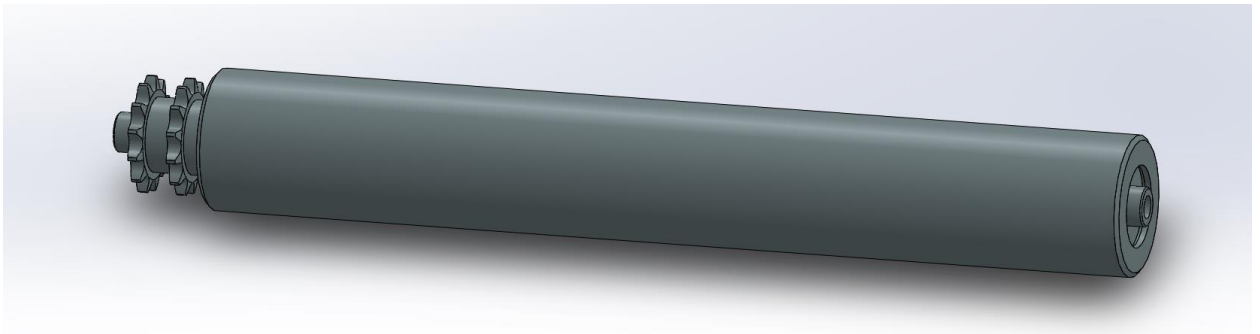
Koormustesti jooksul oli koormus rakendatud rulli pinnale sarnaselt rehviaga. Koormustestil oli rakendatud jõud rulli keskele, kuna see on üks nõrgemaim koht ja nii hakkavad seisma enamik autosid.



Joonis 1.10. Rehvi paigaldus koormustesti jooksul.

Rull koosneb mitmest komponendist:

- Toru \varnothing 0,089 m, seinapaksusega 5 mm.
- 2 laagrit (laagrid on toodetud kas SKF [18] või NSK [19] firmade poolt).
- Telg, \varnothing 0,025 m. See otseselt ei pöörle.
- Üks terasest tehtud pea, mille väline läbimõõt on 0,079 m; sisene on vastavalt laagri välisele diameetritele. Laagri sees paikneb telg. Teine on samasugune, aga lisaks on sellele veel keevitatud 2 hammasrattast sammuga 0,025 m. Neid kasutatakse ülekanne jaoks.



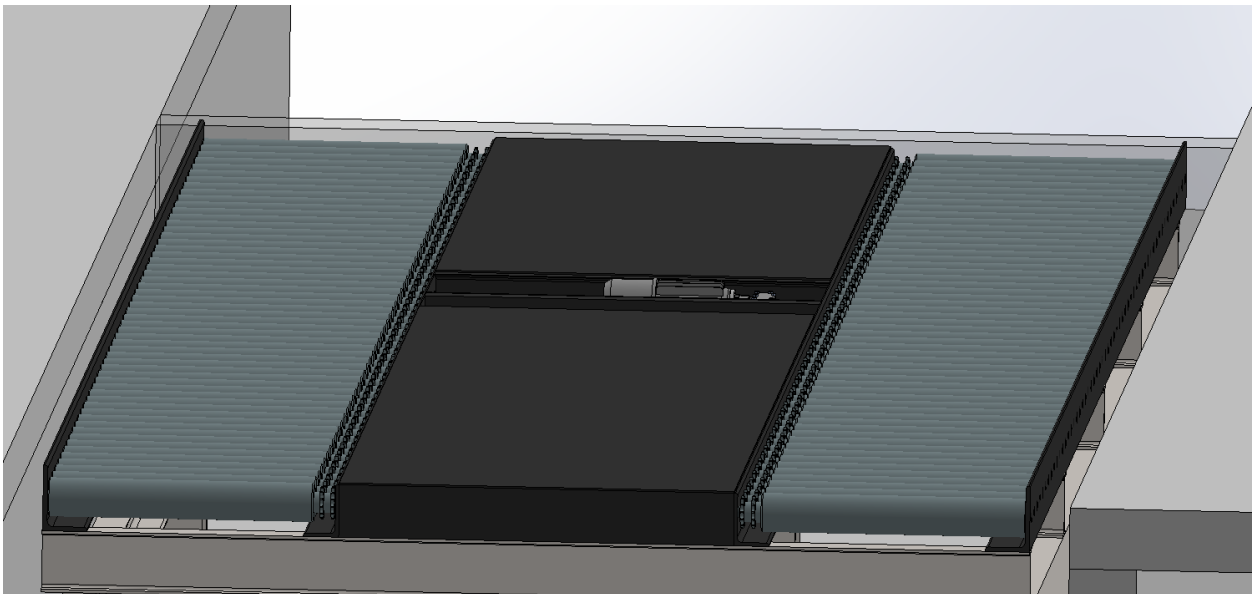
Joonis 1.11. Rulli 3D lihtsusatud mudel. Lihtsustatud mudeli peal puudub gofreeritud kumer pind.

2. Sissesõidu ruumid

Parkimismajas on kaks sissesõiduruumi. Sissesõiduruumides paigaldatakse sarnased parkimiskohaga mehhanismid. Sinna lisanduvad kindlasti erinevad andurid, kuvar ja teised elektrilised komponendid. Nende kahe ruumi erinevus on selles, et ühes asuvad samal teljel ruumi sissesõit ja liftipoolne väljasõit, aga teises ruumis paikneb veel lükkamis mehhanism, mis aitab autot suunata liftile.

2.1. Parempoolne sissesõiduruum (joonisel 1.2 on „sissesõit 2“)

Parempoolsel sissesõiduruumil on olemas täpne asukoht, kuhu peab mahtuma kogu teras-konstruktsioon koos rullide ja ajamiga. Selle parkimiskoha konstruktsioon on väga sarnane teiste parkimiskohade konstruktsiooniga, aga siin on arvestatud teistsugused toetuspunktid.



Joonis 2.1. Parempoolne parkimisruum. Auto tuleb otse parkimisalale, autoomanik tuleb autost välja ja läheb tagasi õue. Parkimiskoht koosneb rullidest ja ajamist.

Selle parkimiskoha mõõdud on sarnased joonisel 1.4 toodud parkimiskoha mõõtudega.

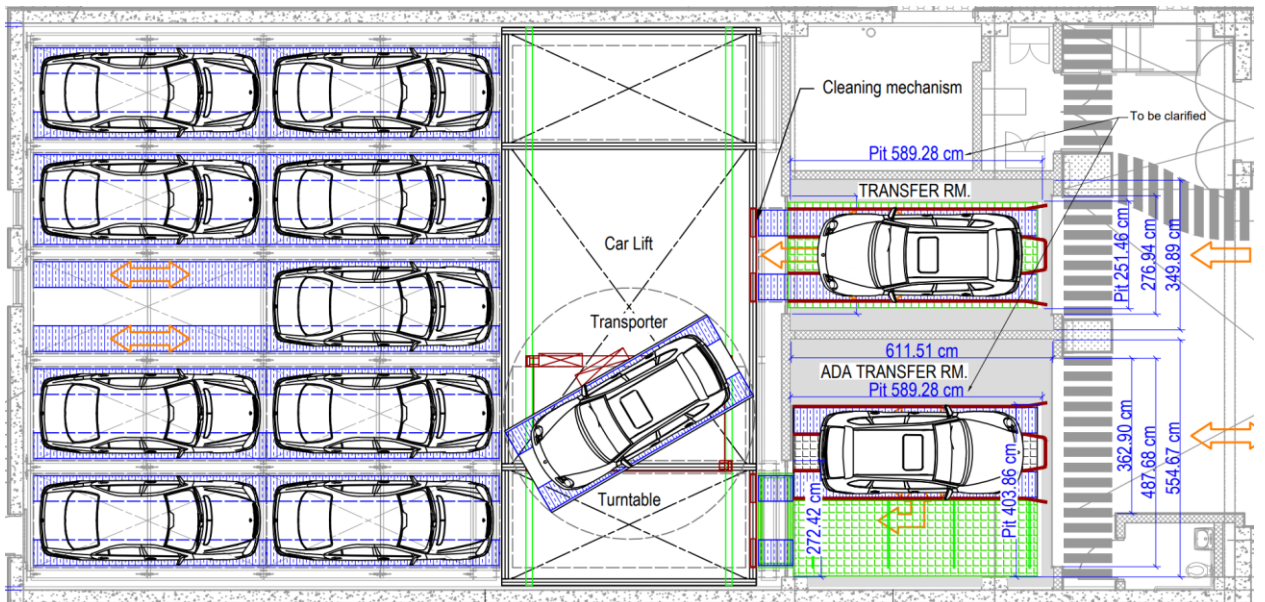
Kõige olulisem probleem on anda süsteemile teada, et auto on õigesti pargitud. Nimelt:

- Auto kaal ja välised mõõdud vastavad õigetele väärtusele. (Ette paigaldatakse *lidar*-anduri [20]; parkimiskohal paigaldatakse lineaarandurid, mis mõõdavad kriitilised parkimiskoha mõõdud, et auto ei asuks nendest väljas).
- Auto sees ei ole liikumist. (Seda tuvastab *lidar*-andur) [20]
- Automootor on välja lülitatud ja autorattad on lukustatud. (Näiteks automaatkastiga autode käigukast peab olema „P” asendis, manuaalkastiga autodel peab olema käsipidur peal; seda peab kinnitama autoomanik ka hiljem ruumist väljas)
- Autorattad on suunatud otse. (Selleks, et autoomanikul oleks lihtsam paigaldada rattad sirgelt, on planeeritud paigaldada ruumis auto ette kuvari. Kuvarile tuleb pilt, kus autoomanikule näidatakse mingil lihtsamal kujul kui sirgelt on rattad. Seda seisu saab analüüsida *lidar*-andur) [20]

NB! „Robot on rumal masin” ja iga inimene peab ise vastutama oma auto eest. Sellega, kui kõik eelpool loetletud punktid on korras, siis peab autoomanik veel kord kinnitama auto seisundi juba ruumist väljas olles vastaval kuvaril. Sellega sõlmib autoomanik parklaga lepingu, mis tähendab et edaspidi vastutab ta ise oma varu eest, kui auto sees peaks olema peidus mõni lemmikloom või inimene. Enne parkimist kontrollib süsteem veel ca 5-10 sekundit liikumist autos, vältides sellega võimaluse, et keegi on autos ning alustab siis parkimist.

2.2. Vasakpoolne sissesõiduruum (joonisel 1.2 on „sissesõit 1”)

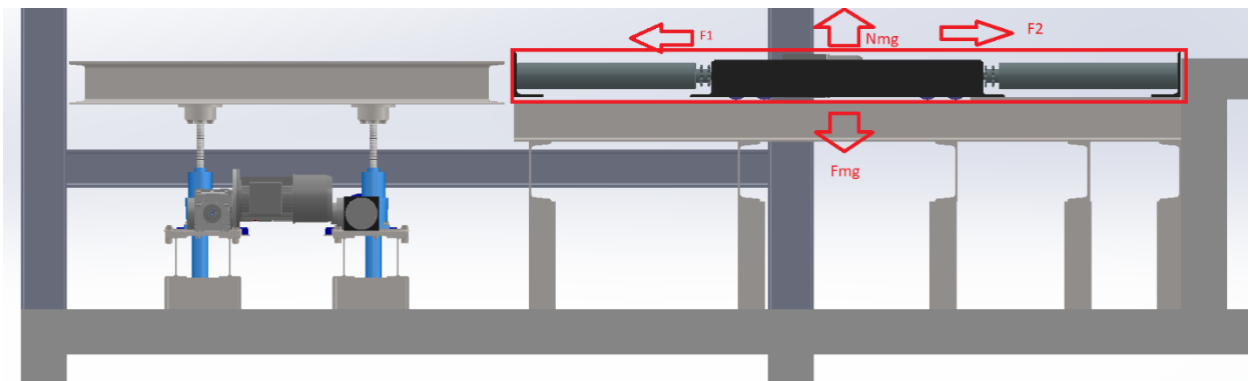
Vasakpoolne sissesõiduruum on oma struktuurilt väga sarnane parempoolse sissesõidu ruumiga (parkimisala, IT jne), aga süsteemile lisanduvad veel kaks mehhanismi – esimene on parkimiskoha lükkamismehhanism, mis liigutab parkimiskoha lifti sissesõidu suunas ja teine on kõrvalasuva platvormi tõstemehhanism. Kui auto pargitakse rullide peale, siis tõstemehhanism asub ülempoolses asendis, selleks et autoomanik saaks autost selle platvormi peale astuda ja mugavalt ja ohutult ruumist välja minna. Kui auto on valmis parkimiseks, siis platvorm lastakse alla ja selle pealolev parkimiskoht lükatakse koos autoga vasakule. Joonisel 2.2 on see liikumine välja toodud.



Joonis 2.2. Sissesõiduruumide ülesvaade.

2.2.1. Parkimiskoha lükkamismehhanismi arvutused.

Parkimiskoha lükkamismehhanism asub parkimiskoha all. Selle mehhanismi valimiseks tuleb leida jõud F_1 , mida saab leida vastavalt skeemile toodud joonisel 2.3.



Joonis 2.3. Jõudude määramine.

F_{mg} on gravitatsiooni jõud, N_{mg} on gravitatsiooni vastutegevuse jõud, F_1 on lükkamisjõud ja F_2 on hõõrdumisjõud.

Seega:

$$F_{mg} = N_{mg} \quad (2.1)$$

$$F_{mg} = m_2 * g \quad (2.2)$$

Kus:

- m_2 on parkimiskoha mass koos autoga,
- g on vabalanguse kiirendus (arvestame väärtusena $9,81 \frac{m}{s^2}$).

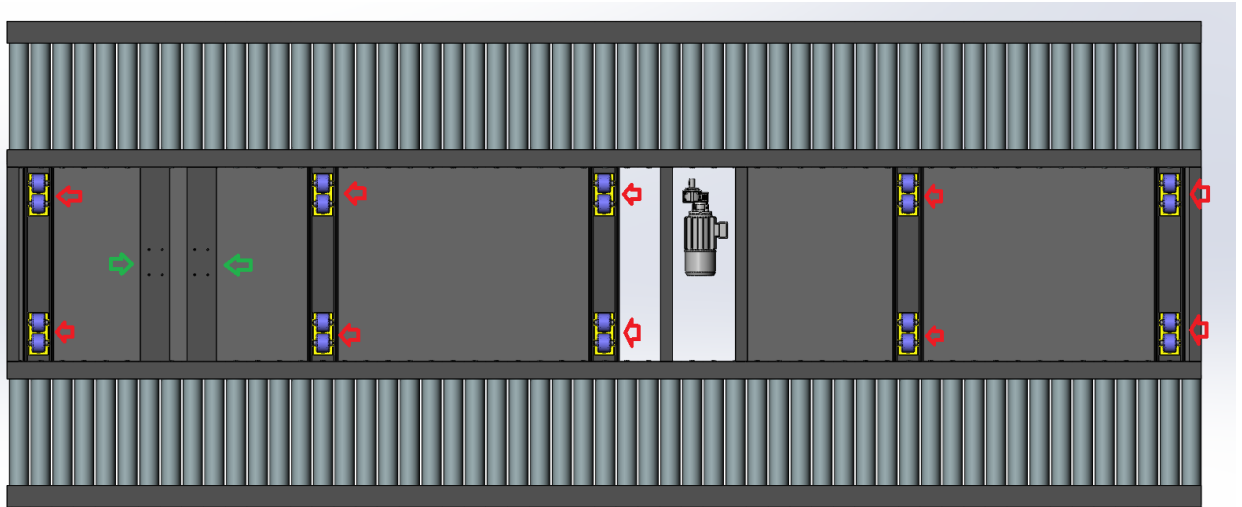
$$F_1 = F_2 \quad (2.3)$$

$$F_2 = \mu * N_{mg} = \mu * m_2 * g = F_1 \quad (2.4)$$

Kus:

- μ on hõõrdetegur.

Tabelis 2.1. on toodud süsteemi väärtused, mida tuleb arvestada lükkamisjõu arvutamiseks.



Joonis 2.4. Parkimiskoha toetuspunktid.

Punasena on näidatud rataste asukohad. Neid on kokku 20 tükki, iga peab vastu kuni

450 kg. Rohelisena on näidatud kinnituspunktid lükkamismehhanismile.

Arvestades, et kaal jaotub rataste vahel ühtlaselt, siis lükkamismehhanismile mõjutab üsna väike kaal. Arvestame aga vähemalt kaalu $m_3 = 2000 \text{ kg}$.

Tabel 2.1. Lükkamisjõu arvutamine lükkamismehhanismi valimiseks.

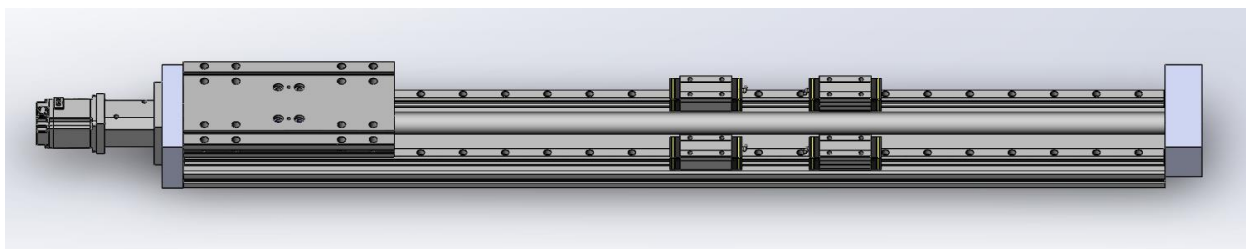
Nimetus	Tähis	Väärtus	Ühik
Gravitatsiooni jõud	F_{mg}	20	kN
Parkimiskoha kaal	m_3	2000	kg
Vabalanguse kiirendus	g	9,81	$\frac{m}{s^2}$
Hõõrdetegur	μ	0,6	-
Gravitatsiooni vastutegevuse jõud	N_{mg}	20	kN
Lükkamisjõud	F_1	12	kN

Hõõrdeteguri valik oli arvestatud teoreetiliselt, võrreldes erinevate hõõrdetegurite omadusi. Näiteks kummi ja betooni hõõrdetegur varieerub 0.25 – 0.85 vahel, terase ja terase vahel on see väärtus 0.8. [4]

Tulemuseks on saavutatud lükkamisjõud $F_1 = 12 \text{ kN}$. Lükkamiskaugus on 1,312 m.

Sellega oli valitud järgmine lükkamismehhanism:

FKK40-220-40X05L2051-S1460-1BL400-MF-BKL60-25-19-HFKP73 [5]



Joonis 2.5. Lükkamismehhanism on firma AluFlex toode. Ta koosneb lineaarmoodulist, mille peal sõidab platvorm. Platvorm kinnitatakse joonisel 2.4 toodud roheliste nooltega kohale. Platvorm liigub 1,46 m üllatusel.

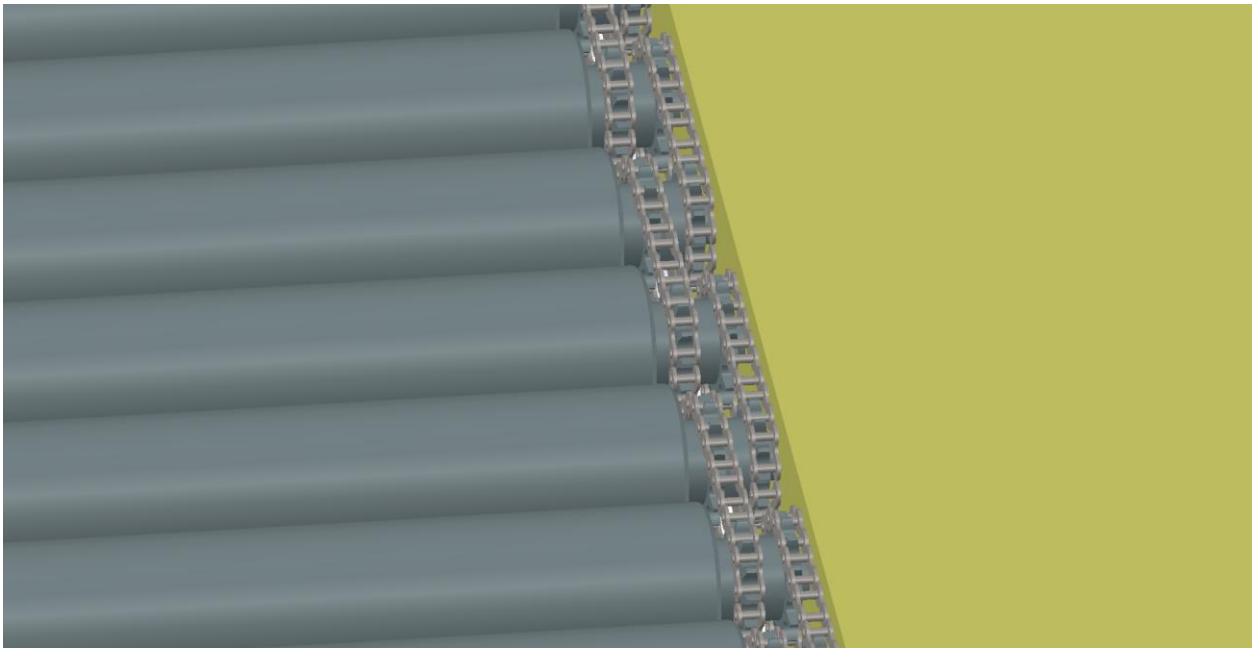
2.2.2. Rataste valik platvormile

Joonisel 2.4 on toodud rataste asukohad punaste nooltega. Süsteemis on arvestatud 20 rattast. Iga rattas peab vastu kuni 450 kg. (Arvestades, et platvormi kaal koos rullide ja ajamiga kaalub ca 2000 kg ja parkimiskohale tuleb auto kaaluga ca 3500 kg). Need rattad on laiad, mis tagavad stabiilsuse liikumisel. [6]

2.2.3. Ajami valik

Rullide liikumiseks oli võimalik valida kas hüdraulilise või elektrilise ajamisüsteemi. Kliendil oli enim mitme aastane kogemus hüdraulilise süsteemi kasutamisega ja ta on kokku puutunud hüdraulilise süsteemi hooldustööde kallidusega.

Õli vahetamine ja erinevate klappide kontroll maksab eriti palju, ja ta eelistas selle projektiga teostada elektrilisele süsteemile hüdraulilisest süsteemist ülemineku. Ajami põhimõtteks on käivitada mõlemad parkimiskoha pooled ühe mootoriga. Sellega oli kasutusele võetud asünkroonmootor reduktoriga, mis kinnitub muhviga ühele rullile. Iga järgmine rull annab ülekande teisele rullile, nagu on näidatud joonisel 2.6.



Joonis 2.6. Rullide ülekanne.

Ketti pikkus on umbes 0,3 m. Lühike ketti pikkus tagab, et ta ei hakka läbi vajuma. Lisaks veel oli kasutada kvaliteetsed ketid, mis ei vaja määrimist. Näiteks firma Tsubaki pakub sellised. [7]

Ajam peab olema paigaldatud võimalikult parkimiskoha keskele. Rullide tootja on üks levimaid konveierimehhanismide tootja. Ta väidab, et väiksemate konveierite puhul nad soovivad paigaldama ajamid iga 2 m järel. Siis on tagatud konveieri ühtlane liikumine. Arvestades, et parkimiskoha pikkus on 5,5 m, ajam on paigaldatud parkimiskoha keskel.

Rullide tootja poolt oli pakutud kasutada ajami minimaalse võimsusega 1,5 kW. Ideaal olukorras valida 2,2 kW mootori. Võib ka valida väiksema võimsusega mootori, lisades süsteemile reduktori.

Eeldame, et auto peab saavutama lõpliku kiiruse $v_1 = 0,55 \frac{m}{s}$. Arvestades, et rulli läbimõõt on $d_1 = 0,089 m$, siis leiame valemiga nr 2.5 ühe rulli pöörde pikkus. See väärtus võrdub rulli übermõõdule C .

$$C = d_1 * \pi \quad (2.5)$$

Kus:

- C on rulli übermõõt,
- d_1 on rulli läbimõõt,
- π on matemaatiline konstant, mis on arvestatud väärtusega 3,14.

Tuleb arvutada kui palju tõsiselt on vaja teha rullidel pööret, et liigutada auto 5,5 m pikkuse üllatusel.

$$n_1 = \frac{L_1}{C} \quad (2.6)$$

Kus:

- n_1 on pööretearv,
- L_1 on parkimiskoha pikkus,
- C on rulli ümbermõõt.

Siis tuleb leida rullide pöörde arv minutis n_2 , mis omavahel võrdub reduktori väljatulevate pöörete arvule.

$$n_2 = \frac{n_1}{t_1} * 60 \quad (2.7)$$

Kus:

- n_2 on rulli pöörete arv minutis,
- n_1 on rullide pöörete arv, et liigutada auto 5,5 m võrra,
- t_1 on aeg, mis vajab süsteem, et liigutada auto 5,5 m võrra.

Sellega:

Tabel 2.2. Reduktori väljendavate pöörde arvutamise.

Nimetus	Tähis	Väärtus	Ühik
Rulli ümbermõõt	C	0,28	mm
Pöörete arv	n_1	20	-
Rulli pöörete arv minutis	n_2	120	$\frac{1}{min}$

Ehk reduktori väljundis peab olema võimsus $P_{reduktor} = 2,2$ kW ja pöörete arv $n_2 = 120 \frac{1}{min}$.

Oli valitud järgmine mootorreduktor **M411A-N08CN-QB7**. [8]

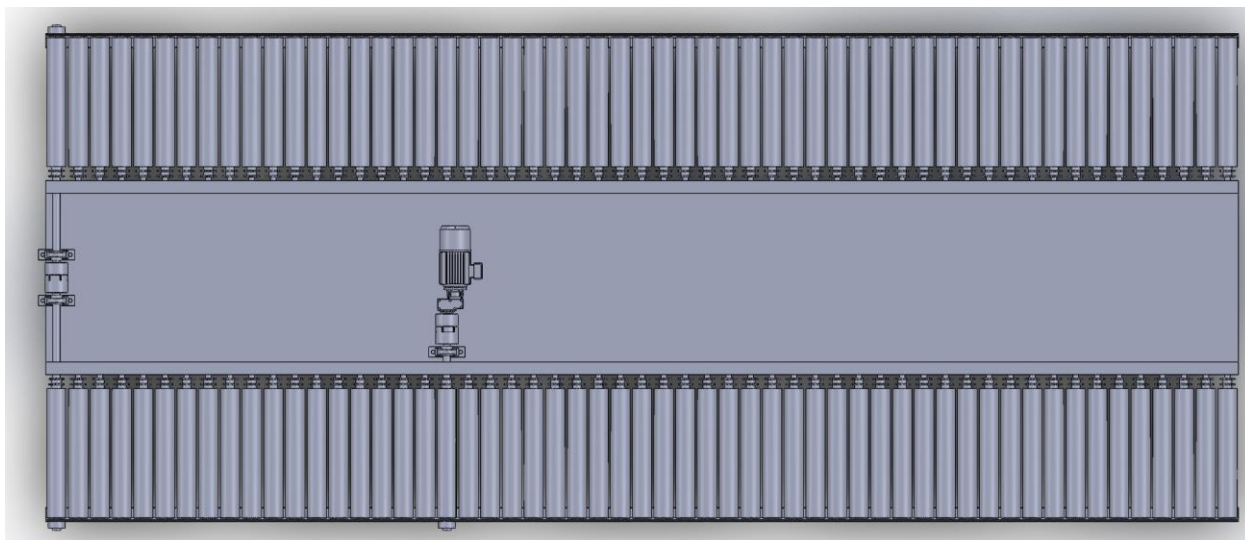
Selle mootori suhe on $\frac{1}{10,86}$. Sellega, kui mootori pöörded sisendis võrduvad $1400 \frac{1}{min}$, väljundis nad võrduvad $128,95 \frac{1}{min}$. Mootor sobib, sest et kehtib järgmine suhe:

$$128,95 \frac{1}{min} > 120 \frac{1}{min}$$

Süsteem vajab kindlasti reguleerimist kohapeal ja võib juhtuda, et praktiliselt liigutava auto kiirus ei saa olla nii suur. Selle mootori juhitakse sagedusmuunduriga, mille võimsuse piir peab olema kõrgem, kui mootori oma.

2.3. Ajami installeerimine

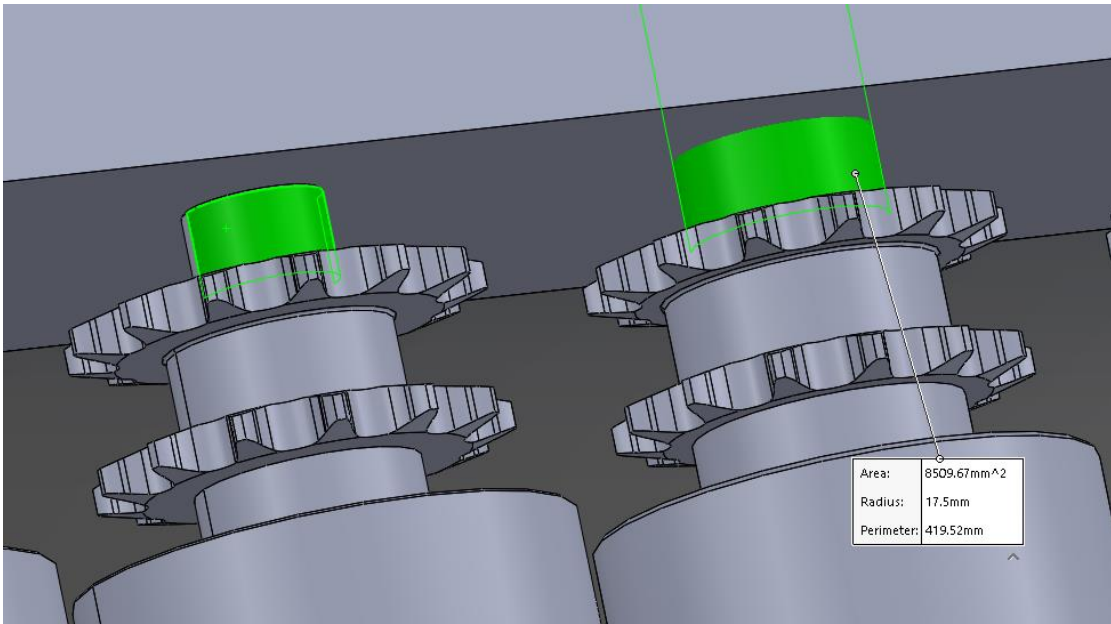
Mõlemad parkimiskoha pooled peavad alustama oma tööd sünkrooniliselt. Siis on tagatud auto sirgelt liikumine. Kõige lihtsam seda saavutada on kasutada ainult ühe ajami.



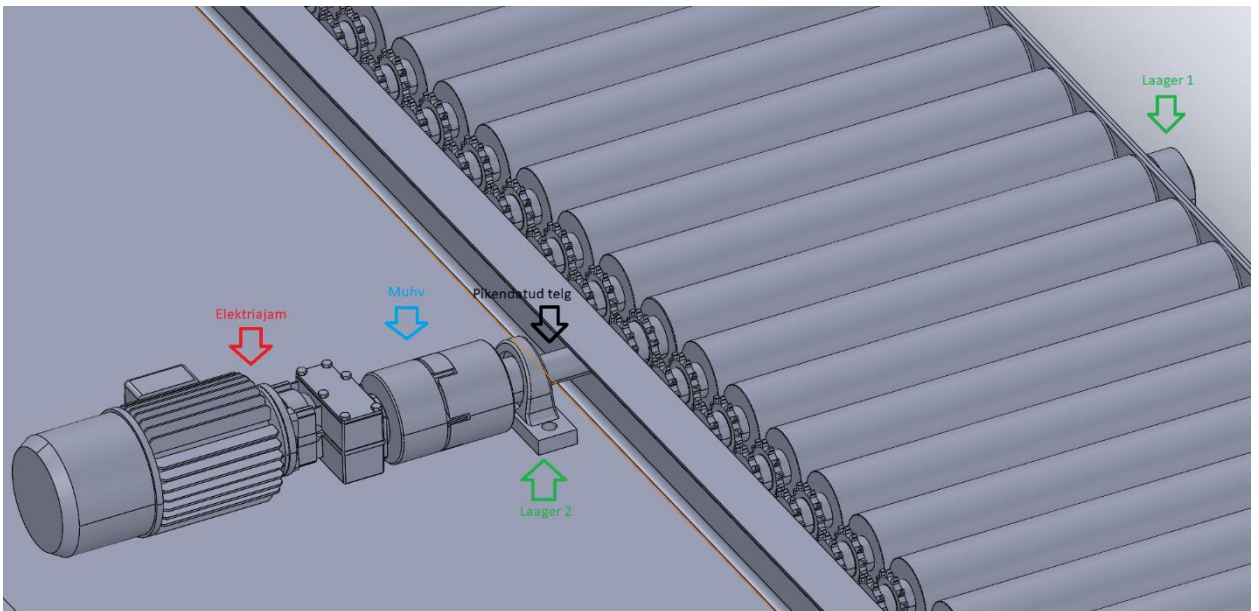
Joonis 2.7. Elektrijami paigaldamine parkimiskohal.

Elektrijami asukoht ei ole nii oluline, sest et ülekanne ketid on lühikesed. See tagab süsteemi liikumise täpsuse. Täpsusele veel mõjutab see, et auto puudutab rulle ainult 4 kohas, aga mitte terve konveieri üllatusel. See tähendab, et vaatamata sellele, millal alustab oma tööd üks või teine rull, siis auto liikumine toimub ühtlaselt. Ajami paigaldamiseks olid tellitud erirullid suuremate telgede läbimõõduga (kokku ühe parkimiskoha jaoks oleks vaja 3 erirulle). Suurem telje läbimõõt tagab seda, et projekteeritava muhva ühenduskohad on tugevad ja ohutu. Esmase rulli telje läbimõõt on ainult 0,025 m. Selle läbimõõdu väärtuse on piisavalt ainult rulli paigaldamiseks raami sees. Oluline ka, et rulli telg ei asuks profiilide väljas, sest et muidu kogu konveier ei oleks fikseeritud ja kogu süsteem oleks ebastabiilne.

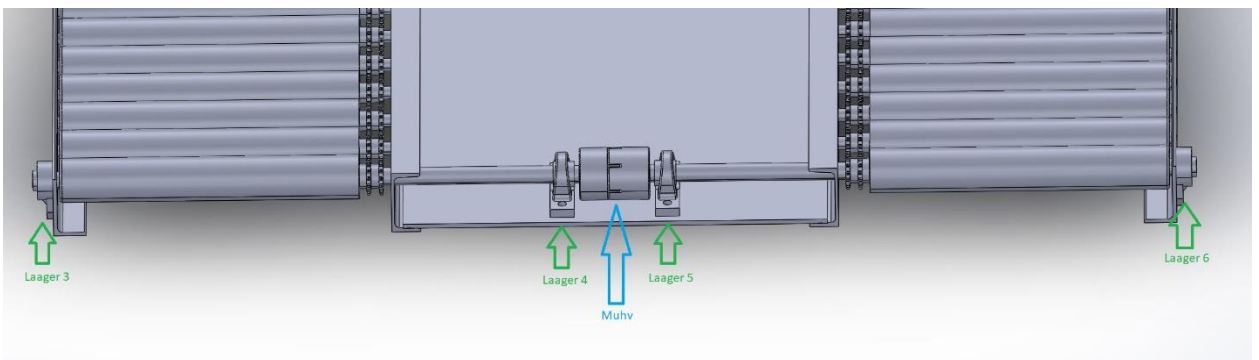
Võllide toetamiseks olid kasutatud laagrid alusega, et neid saaks mugavalt paigaldada parkimiskohast väljas. Antud parkimiskoha teraskonstruktsioon annab võimaluse seda ära kasutada.



Joonis 2.8. Vedava erirulli telje läbimõõt võrreldes standardse rulli teljega.



Joonis 2.9. Elektrijami koost.



Joonis 2.10. Parkimiskoha rullide ühendus.

2.3.1. Süsteemi mehaanilise osa minimaalne maksumus

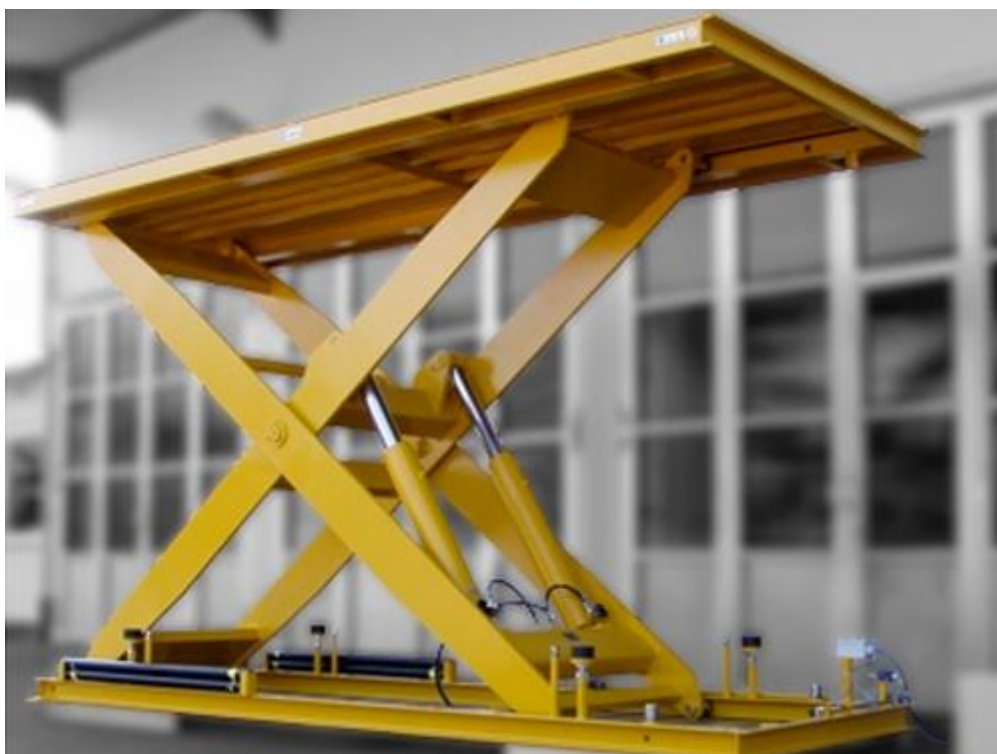
Teades süsteemi komponentide arv ja nende hindasid saab arvutada süsteemi eeldatava maksumuse.

Tabel 2.3. Parkimiskoha maksumus. Ühe parkimiskoha markemus on ca 3800 euro, ja terve konstruktsiooni makse on umbes 532000 euro.

Komponentide maksemus				
	Nimetus	Tk	Hind/tk (€)	Kokku:
Parkimiskoht	Elektriajam	140	€ 480,00	€ 67 200,00
	Laagrid välised	420	€ 15,00	€ 6 300,00
	Laagrid sisesed	420	€ 18,00	€ 7 560,00
	Muhv	280	€ 35,00	€ 9 800,00
	Teras	71400	€ 0,78	€ 55 692,00
	Rull	15400	€ 25,00	€ 385 000,00
Kokku:			€ 3 796,80	€ 531 552,00

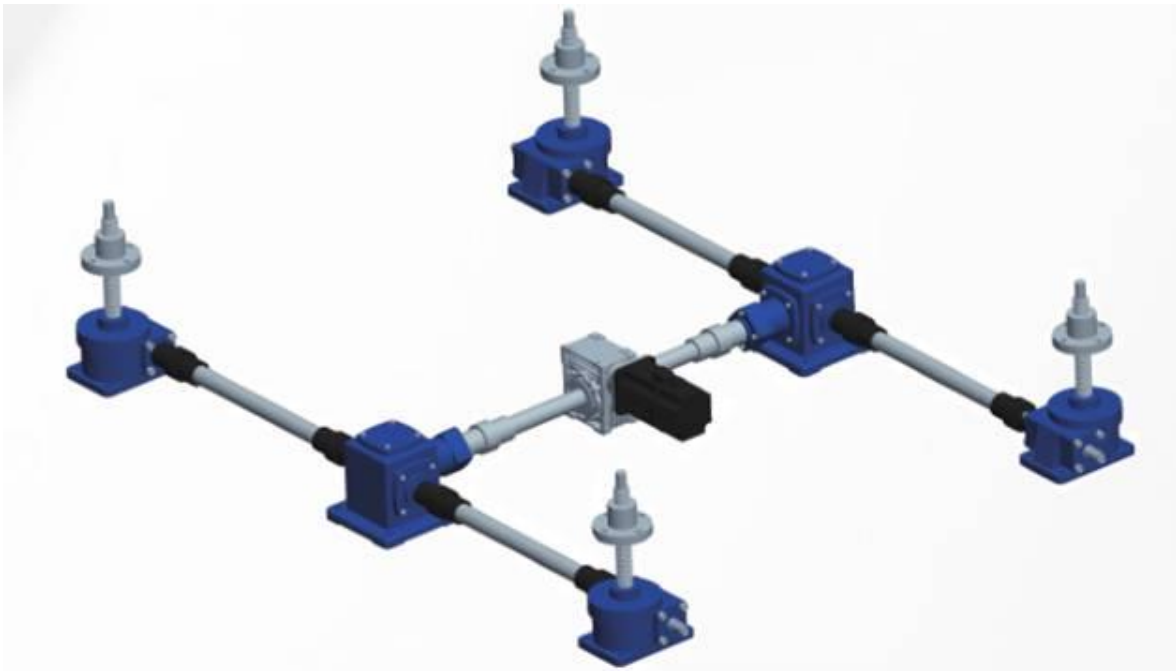
2.4. Tõstemehhanism

Maailmas leidub mitu tõstemehhanisme, mis erinevad tõstmis põhimõtte järgi. Näiteks ühed koosnevad lineaar aktuaatoritest, mis lasevad platvormi üles-alla. Tavaliselt need silindrid paiknevad kahvli moodi:



Joonis 2.11. Käärtõstuk.

Veel on väga levinud platvormide tõstmiseks kruvi tungrauad. Nende sisendiks on elektriajam. Mootor pöörleb, sellega ka pöörleb vastav tungraua kruvi ja tõstab platvormi üles-alla.



Joonis 2.15. Krui tungraudade tõstemehhanismi koost.

Antud süsteemis on prioriteediks kasutada ainult elektrikomponente ja tõstmiskõrgus on ainult 0,140 m, sellega oli valitud kasutamiseks **krui tungraud**. Tuleb tõsta platvormi vasakpoolses sissesõidu ruumis. Sellele platvormile astub inimene, kui tuleb autost välja. Siis parkimiskoht koos autoga lükatakse selle platvormi peale (kui platvorm on lastud alla). Platvormi tõstmiskõrgus tuleneb parkimiskoha kõrgusest.

Tabelis 2.4 on toodud süsteemi algandmed.

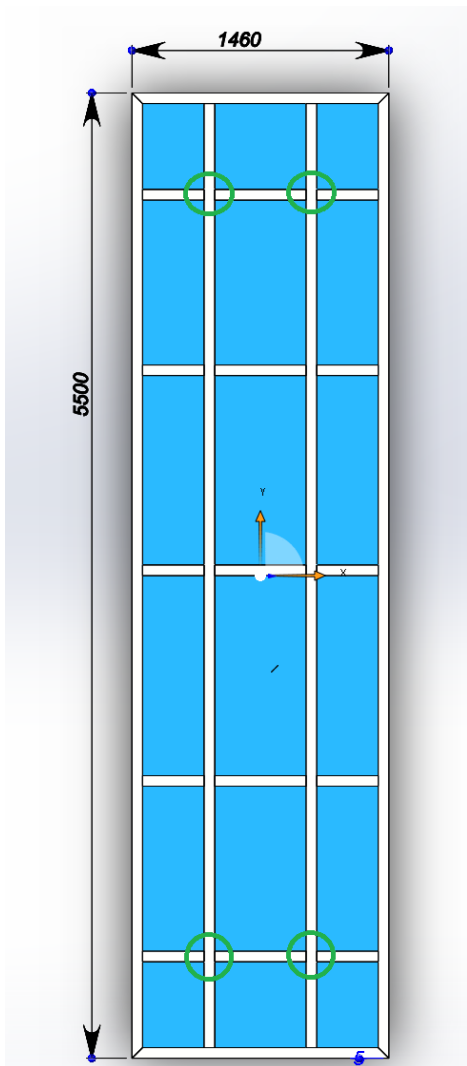
Tabel 2.4. Tõstemehhanismi algandmed.

Nimetus	Tähis	Väärtus	Ühik
Tõsteva platvormi täismass	m_4	~6000	kg
Kõrgus, millele tõstetakse platvormi	h_1	0,14	m

Vaatamata sellele, et platvormi ei lasta alla koos autoga, auto kaalu tuleb ikka arvestada.

Süsteemi ajami valides arvestame 4 krui tungraudasi ja süsteemi summaarse kaalu ca 6500 kg.

Joonisel 2.16 on määratud tungraudade asukohad.



Joonis 2.16. Tõstetava platvormi altvaade. Rohelisena on määratud kruvi tungraudade asukohad.

Arvestades, et ülevalt tungraudadele kokku mõjub 6500 kg, siis ühele tungrauale mõjub 1625 kg. Tungraua tõstevõime on 2500 kg, ehk iga tungraua tõstevaru on 875 kg.

Tungraua kruvi minimaalse läbimõõdu saab leida järgmise valemiga: [11]

$$d = \sqrt[4]{\frac{I * 64}{\pi}} \quad (2.8)$$

Kus:

- d on kruvi minimaalne läbimõõt,
- I on inertsimoment.

Inertsimomendi saab leida valemiga:

$$I = \frac{F_2 * v * (L * 2)^2}{\pi^2 * E} \quad (2.9)$$

Kus:

- F_2 on gravitatsiooni jõud, mis näitab mõjutava kaalu süsteemile,
- v on süsteemi ohutegur,
- L on kruvi pikkus,
- E on terase elastne moodul.

Järgmises tabelis on toodud kruvi tungraua arvutuskäik.

Tabel 2.5. Kruvi tungraua minimaalse kruvi läbimõõdu arvutuskäik.

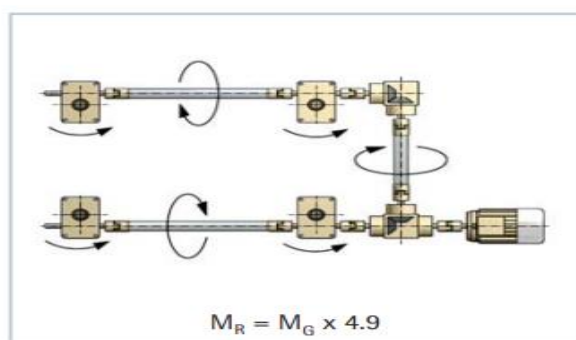
Nimetus	Tähis	Väärtus	Ühik
Gravitatsiooni jõud, mis mõjub kruvidele	F_2	65000	N
Süsteemi ohutegur	v	3	-
Kruvi pikkus	L	300	mm
Terase elastne moodul	E	210000	$\frac{N}{mm^2}$
Konstant	π	3,14	-
Inertsimoment	I	8476	mm^4
Minimaalne kruvi läbimõõt	d	20	mm

Minimaalse kruvi läbimõõdu järgi võib nüüd kataloogist valida õiget kruvi. Antud juhul sobib **Z-25 seeria**. [11]

	GSZ-2	Z-5	Z-10	Z-25	Z-35/50	Z-50/r50	Z-100	Z-150	Z-250	Z-350	Z-500	Z-750	Z-1000
Trapezoidal screw Tr	16x4	18x4	20x4	30x6	40x7	50x8	55x9	60x9	80x16	100x16	120x16	140x20	160x20
Core Ø in mm (minimum)	10.9	12.9	14.9	22.1	31.0	39.8	43.6	48.6	59.6	80.6	99.6	115.0	135.0
Ball screw KGT Ø mm	16	16	25	32	40	-	50	63	80	100	125	140	160
Core Ø in mm (minimum*)	12.9	12.9	21.5	27.3	34.1	-	43.6	51.8	67	87.4	107.8	117	132.8

Joonis 2.17. Kruvi tungraua kataloog.

Valitud on trapetsi kujuline kruvi, sest see võimaldab ohtlikus situatsioonis peatuda platvormi õiges positsioonis. Nimetus „30x6“ tähendab, et kruvi samm on 6 mm (P) ja kruvi välise läbimõõt on 30 mm. Väga oluline käivituda kõik neli kruvi tungrauad sünkrooniliselt. Sellega oli valitud ühe elektriajami süsteem, kus võllide ülekandega toimub sünkrooniline platvormi tõstmine.



Joonis 2.18. Skeem, mis näitab nelja kruvi pöörlemise ühest elektriajamist.

Elektrijami valides tuleb leida M_G , mis on elektrijami pöördemoment. Tootja poolt on pakutud joonisel 2.18 esitatud valem, mille järgi varuteguriks on arvestatud koefitsient 4,9. See on oluline, sest et iga ühenduspunkti peale lõplik ajami moment väheneb. Ehk kui elektrijamil oli see väärtus „1“, siis peale reduktori see väärtus on juba „0,95“, peale võlli on „0,90“ jne.

Elektrijami pöördemomendi arvutamiseks kasutame järgmise valemi:

$$M_G = \frac{F_3 * P}{2 * \pi * \mu_{reduktor} * \mu_{kruvi} * i} + M_L \quad (2.10)$$

Kus:

- M_G on elektrijami pöördemoment (Nm),
- F_3 on tõstejõud (kN),
- P on kruvi samm (mm),
- $\mu_{reduktor}$ on reduktori kasutegur,
- μ_{kruvi} on kruvi kasutegur,
- i on ajami suhe,
- M_L on tühikäigu pöördemoment.

Järgmises tabelis on toodud elektrijami pöördemomendi arvutuskäik:

Tabel 2.6. Elektrijami pöördemomendi arvutuskäik.

Nimetus	Tähis	Väärtus	Ühik
Elektrijami pöördemoment	M_G	30,8	Nm
Tõstejõud	F_3	65	kN
Kruvi samm	P	6	mm
Reduktori kasutegur	$\mu_{reduktor}$	0,87	-
Kruvi kasutegur	μ_{kruvi}	0,391	-
Ajami suhe	i	6	-
Tühikäigu pöördemoment	M_L	0,36	Nm

Reduktori ja kruvi kasutegurid ja tühikäigu pöördemoment on toodud kataloogis vastava seeria juures. [11]

Efficiencies of the screw jack $\eta_{gearbox}$ (without screw)

i	rpm	GSZ-2	Z-5	Z-10	Z-25	Z-35	Z-50	Z-100	Z-150	Z-250	Z-350	Z-500	Z-750	Z-1000
N	3000	0.87	0.81	0.83	0.87	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N	1500	0.87	0.82	0.84	0.87	0.87	0.87	0.88	0.89	0.91	-	-	-	-
N	1000	0.86	0.82	0.82	0.86	0.87	0.86	0.87	0.89	0.90	0.91	0.92	0.88	0.90
N	750	0.86	0.82	0.84	0.85	0.86	0.85	0.87	0.88	0.90	0.91	0.92	0.88	0.90
N	500	0.85	0.82	0.84	0.83	0.85	0.84	0.85	0.87	0.89	0.90	0.92	0.87	0.89
N	100	0.74	0.77	0.79	0.78	0.78	0.78	0.78	0.80	0.83	0.86	0.87	0.81	0.84
L	3000	0.78	0.74	0.78	0.76	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L	1500	0.77	0.70	0.74	0.72	0.64	0.66	0.67	0.67	0.78	-	-	-	-
L	1000	0.75	0.67	0.72	0.70	0.64	0.66	0.65	0.66	0.77	0.78	0.76	0.67	0.76
L	750	0.74	0.65	0.70	0.68	0.64	0.66	0.65	0.65	0.76	0.78	0.75	0.66	0.76
L	500	0.71	0.62	0.67	0.65	0.63	0.65	0.65	0.63	0.75	0.77	0.73	0.65	0.75
L	100	0.54	0.53	0.59	0.54	0.52	0.55	0.57	0.53	0.65	0.67	0.61	0.58	0.66

Efficiencies of the screws η_{screw} calculated for coefficient of friction $\mu = 0.11$

Tr screw, single-pitch	16x4	18x4	20x4	30x6	40x7	50x8	55x9	60x9	80x16	100x16	120x16	140x20	160x20	Ball screw
Efficiency	0.453	0.420	0.391	0.391	0.357	0.335	0.340	0.320	0.391	0.335	0.293	0.308	0.278	-
Tr screw, double-pitch	16x8P4	18x8P4	20x8P4	30x12P6	40x14P7	50x16P8	55x18P9	60x18P9	80x32P16	100x32P16	120x32P16	140x40P20	160x40P20	0.9
Efficiency	0.623	0.591	0.563	0.563	0.526	0.502	0.508	0.484	0.563	0.502	0.453	0.471	0.436	-

Idling torques M_L of screw jacks [Nm] (without screw, at 20°C - significantly higher at low temperatures)

i	7	2	5	10	25	35	50	100	150	250	350	500	750	1000
N	0.08	0.10	0.26	0.36	0.56	0.76	1.68	1.90	2.64	3.24	3.96	7.28	9.70	-
L	0.06	0.08	0.16	0.26	0.40	0.54	1.02	1.20	1.94	2.20	2.84	4.42	5.90	-

Joonis 2.19. Kruvi ja reduktori kasutegurite ja tühikäigu pöördemomendi valik.

Saadud elektriajami pöördemomendi M_G väärtus on 30,8 Nm. Joonisel 2.20 on toodud tabel, mille järgi võib kontrollida maksimaalse pöördemomendi, mida kruvi saab vastu pidada.

max. worm shaft drive-through torque [Nm]

GSZ-2	Z-5	Z-10	Z-25	Z-35	Z-50	Z-50/Tr50	Z-100	Z-150	Z-250	Z-350	Z-500	Z-750	Z-1000
9	39	57	108	130	260	260	540	540	770	1800	1940	4570	4570

Joonis 2.20. Tabel, kus saab kontrollida kruvi maksimaalse pöördemomendi.

Sellega antud kruvi tungrauas sobib. Oli valitud BDK40/L/U/2/140 seeria. (Lisa 6)

Arvestades, et antud juhul on kasutatud ainult 1 elektriagam 4 kruvi pöörlemiseks, siis elektriajami pöördemomendi M_R valem on:

$$M_R = M_G * 4,9 \quad (2.11)$$

Kus:

- M_G on elektriajami pöördemoment, kui ajam pöörleks ühe võlli,
- M_R on elektriajami pöördemoment, kui ajam pöörleb neli võlli, nagu on toodud joonisel 2.18.

Sellega M_R võrdub 150,9 Nm. Eeldatakse, et pöörlemiskiirus reduktoril on 500 pöret minutis. Arvestades reduktori suhet, tuleb otsida mootorit, kus on 3000 pöret minutis. Seda ka oli arvestatud joonisel 2.19 valitud kasutegurid. Mootori võimsuse saab leida järgmise valemiga:

$$P_M = \frac{M_R * \omega_{reduktor}}{9550} * 1,3 \quad (2.12)$$

Kus:

- M_R on elektriajami pöördemoment,
- $\omega_{reduktor}$ on reduktori pöörlemiskiirus,
- P_M on mootori võimsus,
- 1,3 on varutegur mootori valimiseks.

Järelikult antud süsteemile tuleb otsida mootorit järgmist mootori:

- Mootori pöörlemiskiirus ω_{mootor} on $3000 \frac{1}{min}$,
- Mootori võimsus P_M on 11,8 kW.

Sellel süsteemile oli valitud reduktor **BQ63FB06CS-MB3D** (Lisa 4) ja mootor **4A 132M-2-B14** firma BEVI poolt. Ainukene asi, et see mootor töötab sageduse 50Hz peal, aga Ameerikas on kasutusel töösagedus 60Hz. Antud töö kirjutamise ajal oli saadetud välja päring firmale Motovario, aga vastuse veel saanud ei ole.

2.5. Tõstemehhanismi 3D mudel

Tõstemehhanismi koost koosneb:

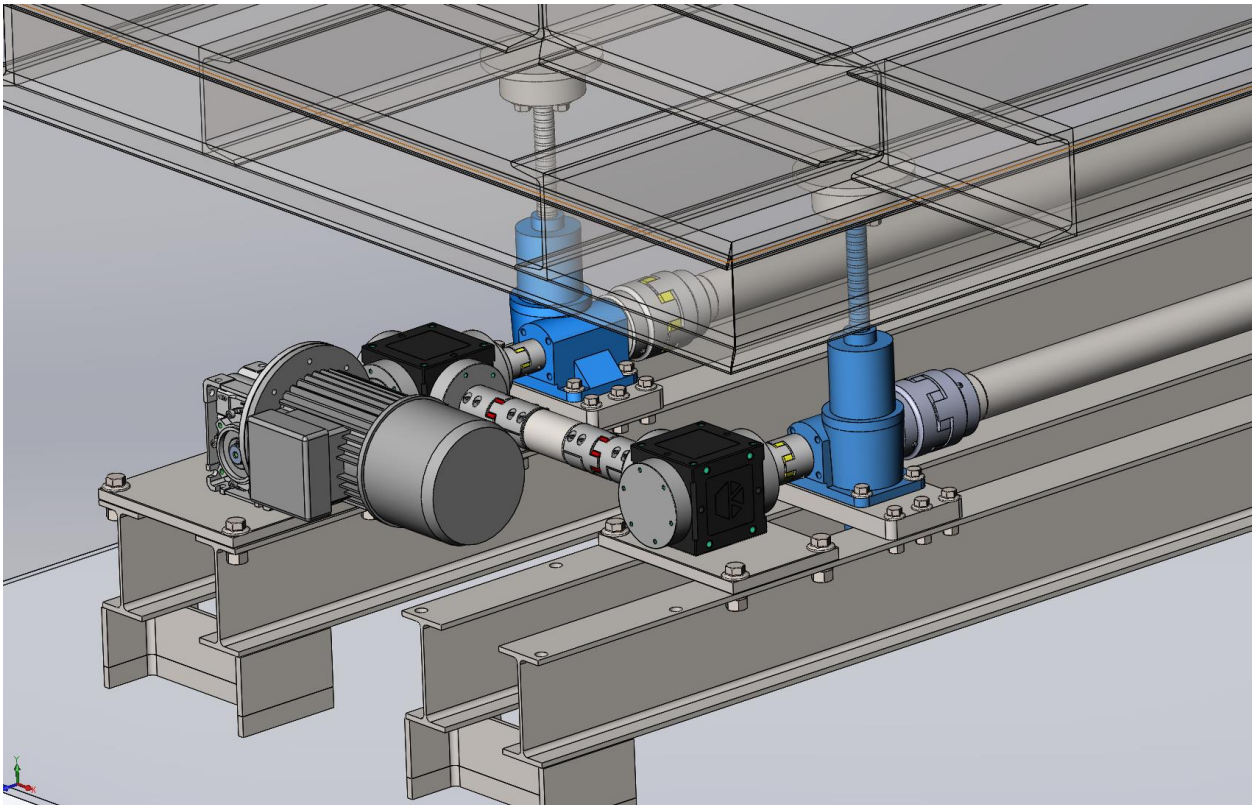
- 4 kruvi tungrauad,
- 2 võlli, mis ühenduvad tungrauad piki suunas,
- 1 võll, mis ühendab reduktorid,
- 9 elastset muhvi. Need erinevad üks teisest suuruse järgi,
- 1 nurk reduktor (1 sisend, 1 väljund, suhe 1:1),
- 1 nurk reduktor (1 sisend, 2 väljundi, suhe 1:1),
- 1 elektriagam (reduktor suhtega 1:6).

Joonis 2.21. Tõstemehhanismi 3D mudel.

Joonisel 2.21 on toodud tõstemehhanismi mudel. Selle täpsemad joonised saab leida Lisas 7. Kõik muhvid on valitud firma Mekanex kataloogi järgi. [12]

Võllid on seest tühjad, selleks et minimeerida nende kaal. Tõstemehhanismi piki suunas tuleb lisada mitu laagrit (kuni 2 igale võllile), et toetuda võlli.

Süsteemi komponentide kinnitused olid valitud lähtudes kõige suurema komponendi suurusest. See on elektriagam. Kõik ülejäänud komponendid olid kinnitatud esialgu plaadile, mis omavahel kinnitub juba I profiilidele. Kõik kinnitused toimuvad läbi polte. Nende reduktorite suhted, mis asuvad kruvi tungraudade kõrval on 1:1, elektriajami reduktori suhe on 1:6. Joonisel 2.21 on toodud tõstemehhanismi elektriajami koost.



Joonis 2.22. Elektriajami koost.

2.5.1. Tõstemehhanismi maksumus

Tabel 2.7. Eeldatav tõstemehhanismi maksumus.

Komponentide maksumus				
	Nimetus	Tk	Hind/tk (€)	Kokku:
Tõstemehhanism	Elektrimootor	1	€ 750,00	€ 750,00
	Laagrid	4	€ 30,00	€ 120,00
	Reduktor (1:6)	1	€ 1 300,00	€ 1 300,00
	Reduktor 1 (1:1)	1	€ 450,00	€ 450,00
	Reduktor 2 (1:1)	1	€ 650,00	€ 650,00
	Teras	3000	€ 0,78	€ 2 340,00
	Kruvi tungrauas	4	€ 1 200,00	€ 4 800,00
	Muhv	9	€ 100,00	€ 900,00
	Kokku:		€ -	€ 11 310,00

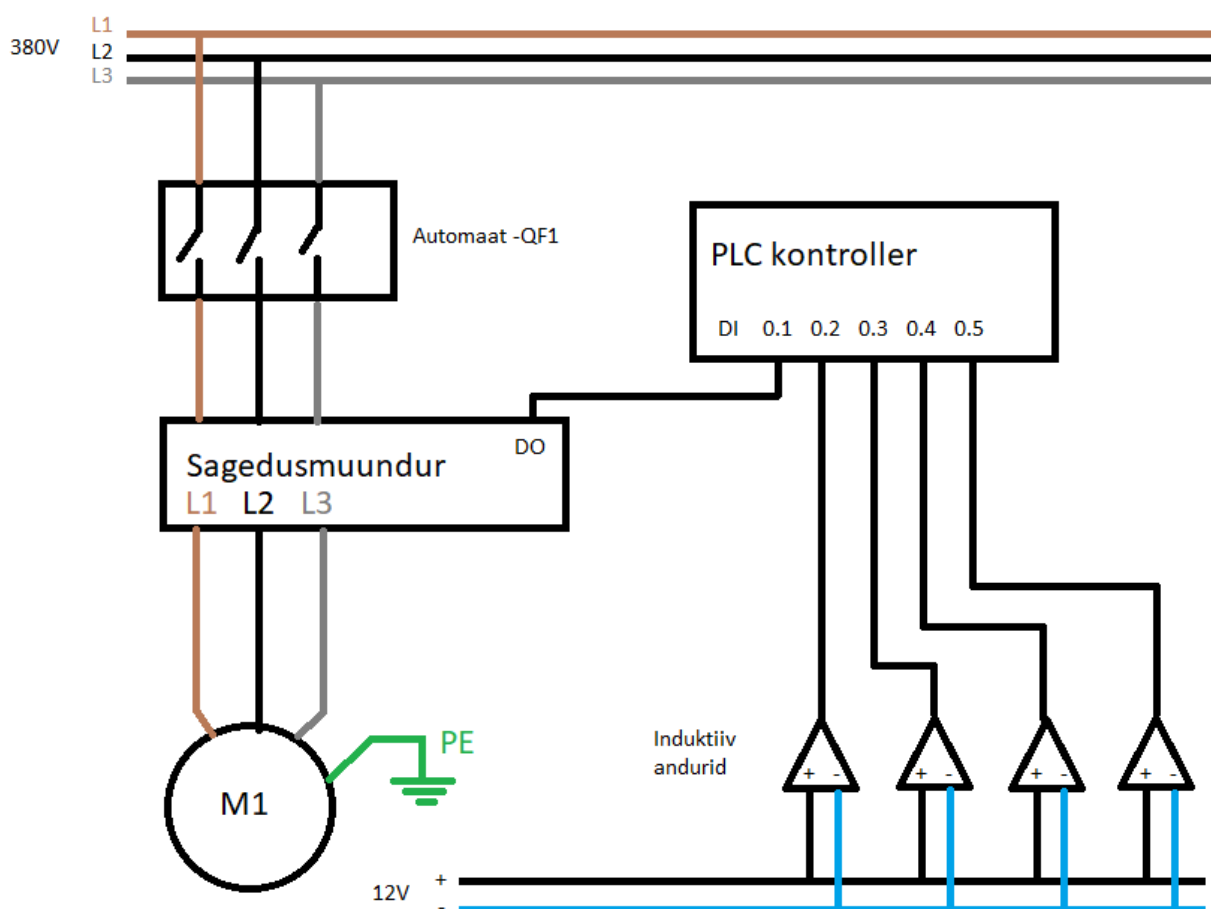
3. Elektriosa

3.1. Juhtimine

Antud süsteemis rullide pöörlemiseks on kasutatud asünkroonmootorid koos reduktoriga. Neid tuleb mingil viisil juhtida. Üks levimaid viisi, kuidas saab neid juhtida on sagedusmuundurid. Neid omavahel saab kontrollida kontrolleri kaudu. Siin on kaks võimalust, kuidas seda mugavalt realiseerida.

3.1.1. Süsteemi juhtimine (esimene „standardne“ viis)

Igas parkimiskohas on olemas üks mootor. Igale mootorile tuleb lisada sagedusmuundur. Sagedusmuundur saab signaali kontrolleriilt. Andurid saadavad signaali kontrolleriile digitaal sisendile. Nimelt, ühe parkimiskoha ühendusskeem on järgmine:



Joonis 3.1. Ühe parklakoha põhimõtteline elektriskeem.

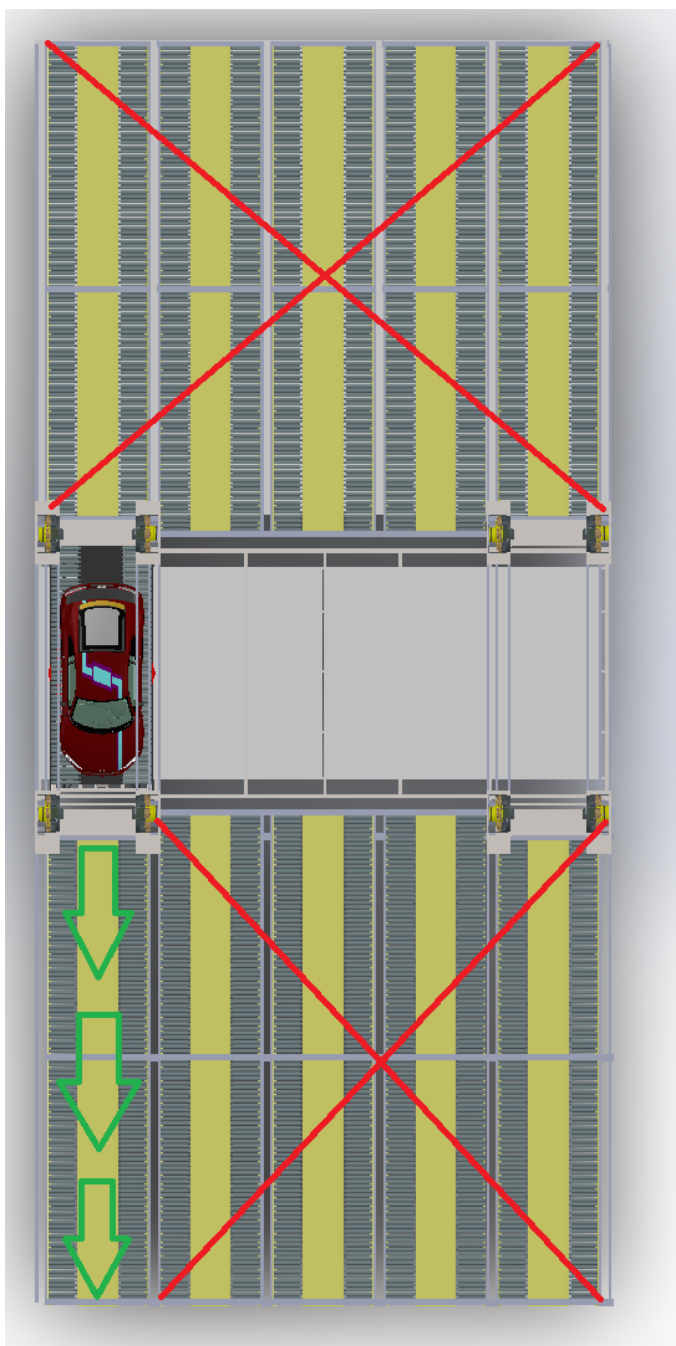
Teades, et parkimissüsteemis on 140 parkimiskoha võib juba eeldada süsteemi elektriosa maksumuse. Sagedusmuundur juhib mootori vastavalt sisendtingimustele ja lisaks veel saab signaali kontrolleriilt, millal peab mootori käivitama.

3.1.2. Süsteemi juhtimine (teine „loogiline“ viis)

Selleks et süsteemi saaks teha lihtsamaks ja odavamaks ka tuleb analüüsida, kuidas täpselt parkimine toimub. Statsionaarsed parkimiskohad töötavad ainult sel juhul, kui nende juurde

tuleb lift. Järelikult, korraga töötavad ainult 2 mootorit. Sellega saab eeldada, et süsteemis ei ole vaja kasutada 140 sagedusmuundurit, mis omavahel maksab päris palju raha. Selle asemel saab kasutada „lülid“ koos tagasiside võimalusega. See tähendab, et süsteemil statsionaarsete parkimiskoha liikumist saab toimida **ainult kahe sagedusmuunduriga**.

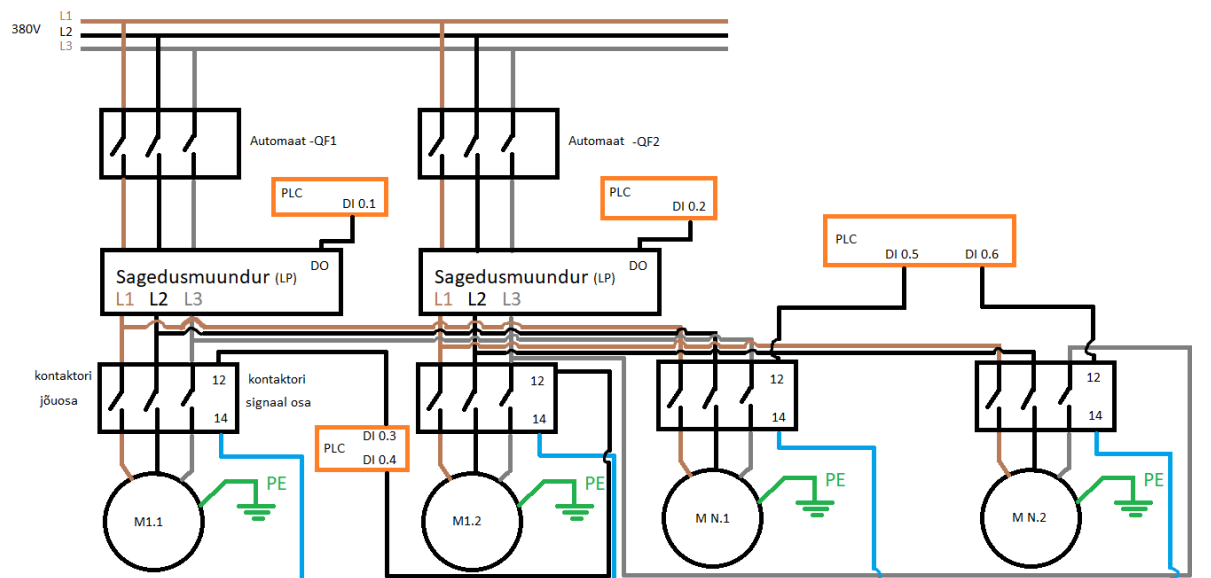
Nimelt:



Joonis 3.2. Parkimissüsteemi ühe korruse pealtvaade.

Siin on näha, et 20 parkimiskoha asemel töötavad korraga ainult 2 mootorit. See tähendab, et terve süsteemis samal ajal töötavad ainult 2 mootorit, ehk igale mootorile ei ole vaja eraldi sagedusmuunduri.

Süsteemi elektriühenduse skeem siis tuleb sellina:



Signaaliosas töötab järgmine loogika:

1. Kontroller saab teada, millisele parkimiskohale tuleb parkida auto
2. Kontroller lülitab sagedusmuunduri sisse
3. Kontroller lülitab vastava kontaktori sisse, sellega ka lülitub sisse õige mootor

Võib öelda, et sagedusmuundurid hakkavad töötama peaaegu kogu aeg. Selleks, et pikendada nende eluaega võib jaotada neid selliseks, et igale 2 korrusele (korrused 1-3, 4-5 ja 6-7) on kasutatud 2 sagedusmuundurit. Alumistel korrustel asuvad tuleohutuse ruum ja sissesõidu ruumid, mis vajavad eraldi toidet ja seal tuleb kasutada tavalist ühendusskeemi. Arvestades sellega saab alumised 3 korrust käivitada ka 2 sagedusmuunduritega.

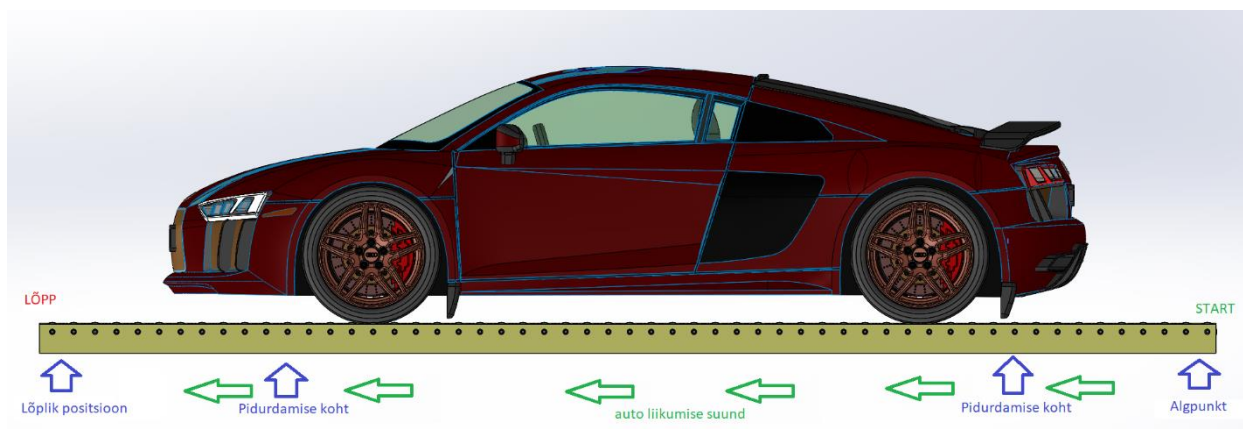
3.2. Andurite valik

Antud töös on vaja kindlasti määrata auto asukoha igas aja vahemikus. Iga parkimise etapis peab olema täpselt määratud ohtlikud kohad. Maailmas leidub erinevad andurid, mis mõõdavad distantsi, temperatuuri, heitgaase arvu ja palju muud. Auto asukoha määramiseks tuleb kasutada induktiiv andurid. Need on odavad ja töökindlat andurid. Neid aga tuleb hästi kinnitada süsteemile, kuna selline liikumine võib anda süsteemile vibratsioone ja anduri asukoht võib minna paigast välja.

Need 4 induktiivandurid, mis analüüsivad auto asukoha parkimiskohal ja kontrollivad mootori võimsust lülitakse ainult koos õigete mootoritega (joonis 3.3), selleks et vähendada programmi koodi. See tähendab, et süsteem peab mingil teisel viisil teadma, et kas see konkreetne parkimiskoht on vaba või ei. Sellega süsteemile veel lisandub optiline andur, mida paigaldatakse iga parkimiskohast üleval, ja teda ühendatakse otse kontrollerile, et andur saadaks kontrollerile pidevalt tagasisidet. [17]

3.2.1. Andurite kasutamine antud süsteemis

Selleks et kontrolleri teada anda, kus on auto ja millal on vaja pidurdada rullid, tuleb paigaldada andurid parkimiskoha 4 kohal. Nende asukohad on toodud joonisel 3.3.



Joonis 3.3. Parkimiskoha külgvaade koos autoga.

Andur paigaldatud algpunktis annab signaali controllerile, et auto liigub parkimiskohale või vastupidi. Järgmine andur peab olema paigaldatud kuskil 500 mm kaugusel sellest andurist, et süsteem saaks aru, millal saab anda rullidele kiirenduse või alustada pidurdamist. Parkimiskoha teises otsas andurid paigaldavad sama moodi nagu parkimiskoha ees ja imiteerivad samas käsud.

Induktiiv andurid võivad olla normaal avatud ja normaal suletud. Normaal avatud kontaktiga andurid näitavad controllerile asendi „1“ siis, kui see andur on millele reageerinud. Normaal suletud andurid töötavad vastupidi ja tuvastades liikumise annavad controllerile 0 positsiooni.

Lükkamismehhanismil on vaja samamoodi kasutada 4 induktiiv andurit sama printsiibi põhjal. Kõikidel parkimiskohal on kasutatud NC kontaktiga induktiiv andurid. Nendel saab ka reguleerida tundlikkust arvestades kauguse auto rehivist. [10]

Induktiiv andurina oli valitud **GR18 Inox firma SICK poolt. [9]**

3.2.2. Elektrikomponentide maksumus

Süsteemi elektrikomponentide maksumus on umbes 35000 euro. Selle arvutuskäik on toodud tabelis 3.1.

Tabel 3.1. Süsteemis kasutatud elektrikomponentide eeldatav maksumus.

Komponentide maksumus				
	Nimetus	Tk	Hind/tk (€)	Kokku:
Elektriosa	Sagedusmuundur	6	€ 1 200,00	€ 7 200,00
	Kontaktor	140	€ 100,00	€ 14 000,00
	Induktiiv andur	560	€ 10,00	€ 5 600,00
	Releed	140	€ 15,00	€ 2 100,00
	Muud	1	€ 5 000,00	€ 5 000,00
<i>Kokku:</i>			€ 410,71	€ 33 900,00

Tabelis 3.1 on läbi vaadanud olukord, millal on kasutusel ainult 6 sagedusmuundurit, ja mootorite käivitamine käib läbi õige kontaktori sisselülitamist. Selle süsteemiga võib säilitada sagedusmuundurite peal umbes 140000 eurot. Eeldame, et igale parkimiskohale läheb 1 sagedusmuundur. Sellega 140 tk * 1200 euro/tk on 168000 euro. (arvestame Siemensi sagedusmuundurite hinnavahehemiku) Lisaks veel tuleb kindlasti läbi mõelda jahutust, sest et tuleb kas väga suur elektrikilp, või mitu väiksemad. See on tõesti kallis lahendus.

4. Programmeerimine

4.1. Kasutatavate komponentide ja tarkvara kirjeldus

Tarkvara valides oli arvestatud nii autori töökogemus, kui ka süsteemi komponentide loetelu. Kontrollerina on valitud Siemens S7-1200 [13], aga juhul, kui süsteemi ehitamine hilineb erinevate põhjuse tõttu, siis saab ka kasutada kontrolleri S7-1500 [14], mis on selle sama 1200 seeria kontrolleri rohkem arenenud versioon. Siemensi kontroller vajab töötamiseks ka Siemensi poolt pakutud tarkvara Siemens Simatic TIA (Totally Integrated Automation) Portal. Selle tarkvara eeldused on kindlasti võimalikkus programmeerida nii redel, kui ka C keeles. Programm sisaldab kohe suurt andmebaasi tootest, mida saab alati veel juurde alla laadida. Seda on vaja selleks, et kontroller täpselt teaks näiteks kasutatava sagedusmuunduri parameetrid.

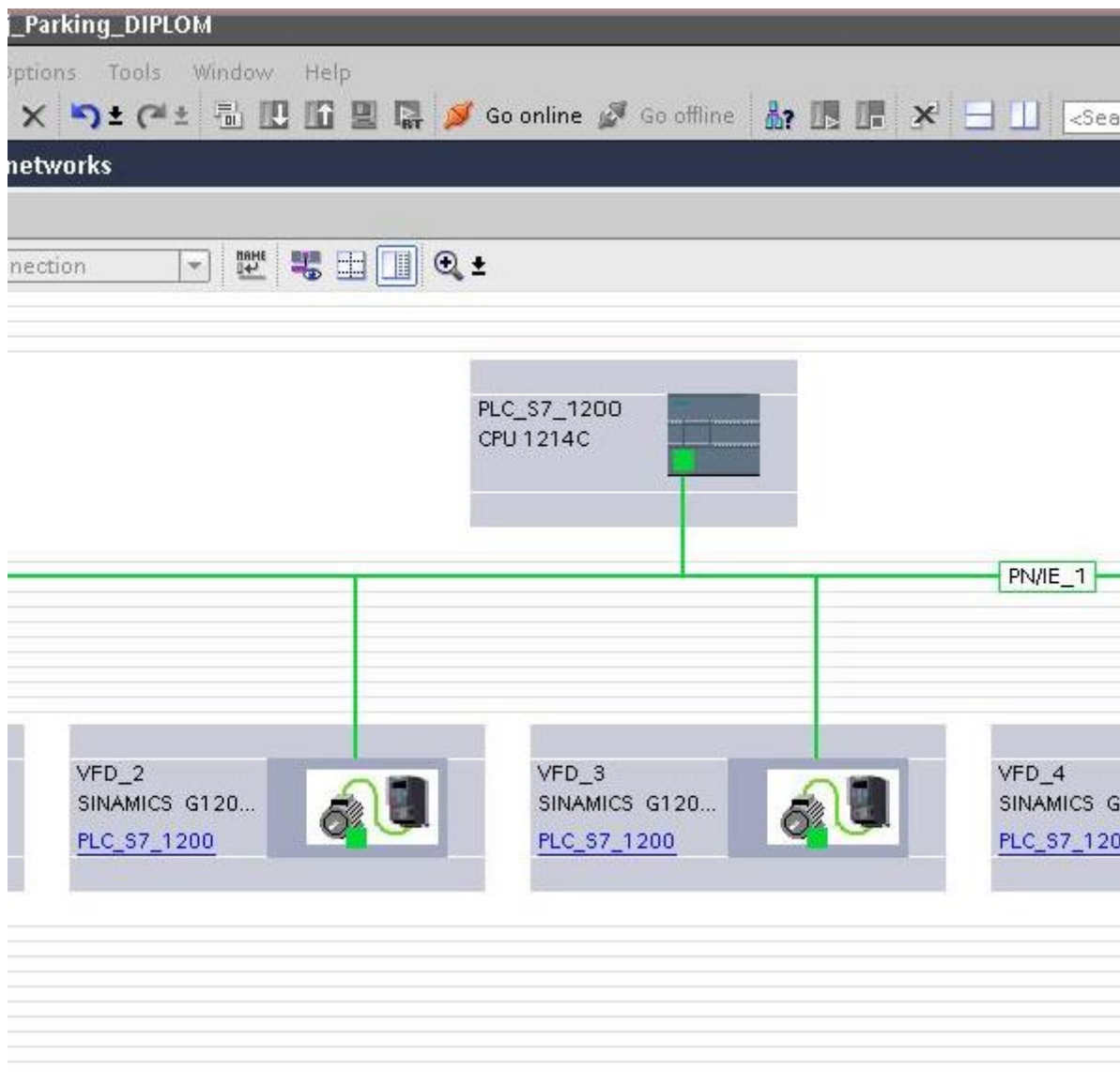
Kontrolleril S7-1200 on olemas mitu versiooni – 1211C, 1212C ja 1214C. Nad erinevad digitaal sisendite ja väljundite arvu järgi. 1214C versioonil leidub 14 digitaal sisendit ja 10 väljundit, sellega tema kere on ka suurem, kui teistel versioonidel. Antud süsteemis on suur andurite, lülide ja releede arv. See tähendab, et kindlasti tuleb valida nii kõige võimsama ja suurema kontrolleri versiooni, kui ka osta veel juurde süsteemile lisamoodulid, mis sisaldavad rohkem digitaal sisendeid ja väljundeid. Kõige suurem selline moodul sisaldab 16 digitaal sisendeid - ET 200SP [15], või 16 digitaal väljundeid – ET 200MP. [16]

4.2. Programmi kirjeldus

Antud töös autor näitab programmeerimise üks osa, mis sisaldab releede lülitamist kontrolleritest, nende oleku kontroll (kas releed on tegelikult lülitatud sisse) ja kuidas süsteem saab aru, et parkimiskoht on vaba või ei ole.

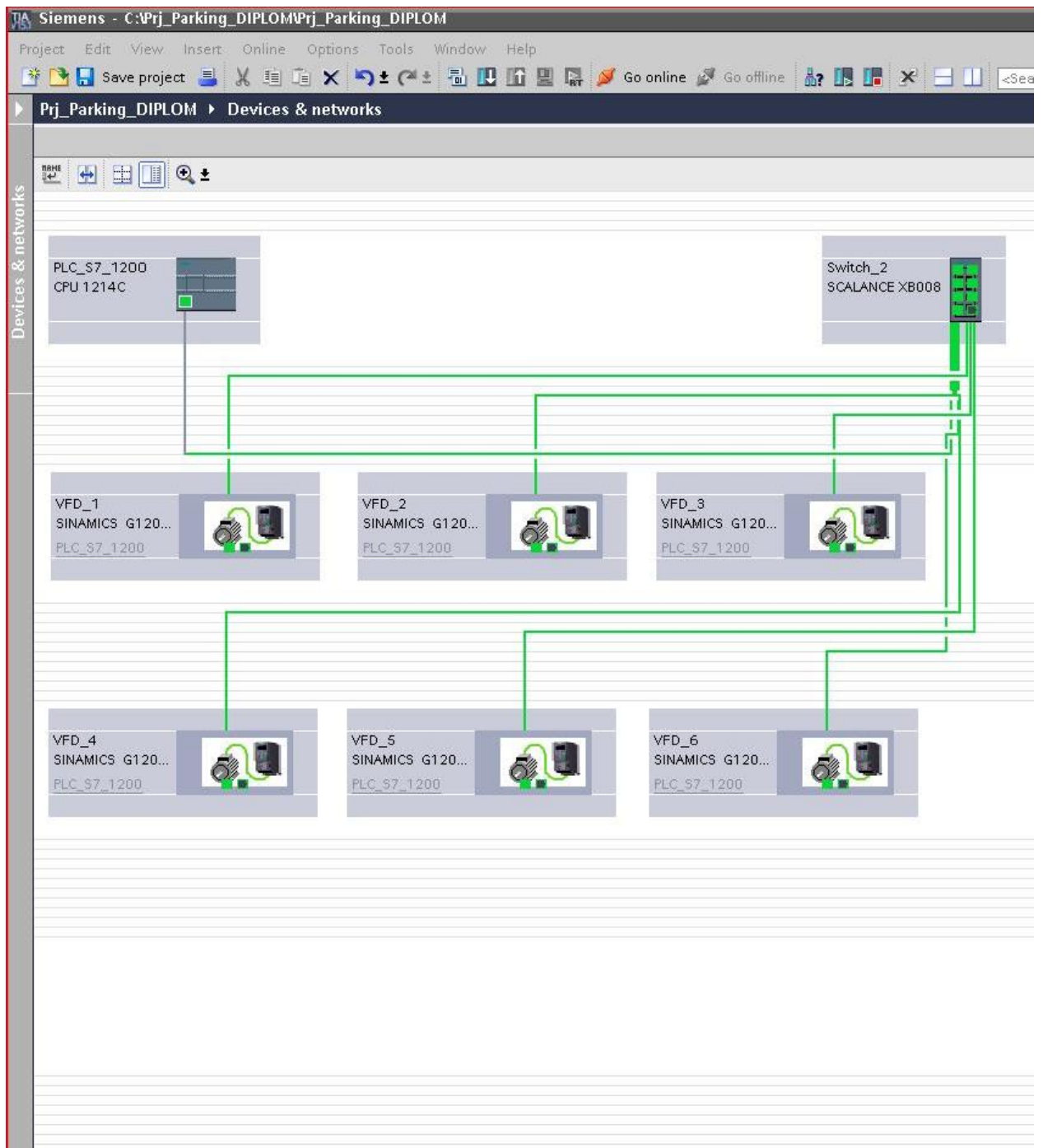
4.2.1. Seadmete ühendus

Programmi kirjutamine alustatakse projekti loomisest. Kui see on loodud, siis avaneb aken, kus on võimalik valida vastava kontrolleri ja teha võrgu ühenduse sagedusmuunduritega. Siis, kui praktiliselt elektriühendus on teostatud, ja programmeerija laadib koodi kontrolleri, siis kontrolleri kohe saab teha ühendust vastava sagedusmuunduriga. Sagedusmuunduri on 6 tükki. Joonisel 4.1 on toodud ainult 2 tükki.



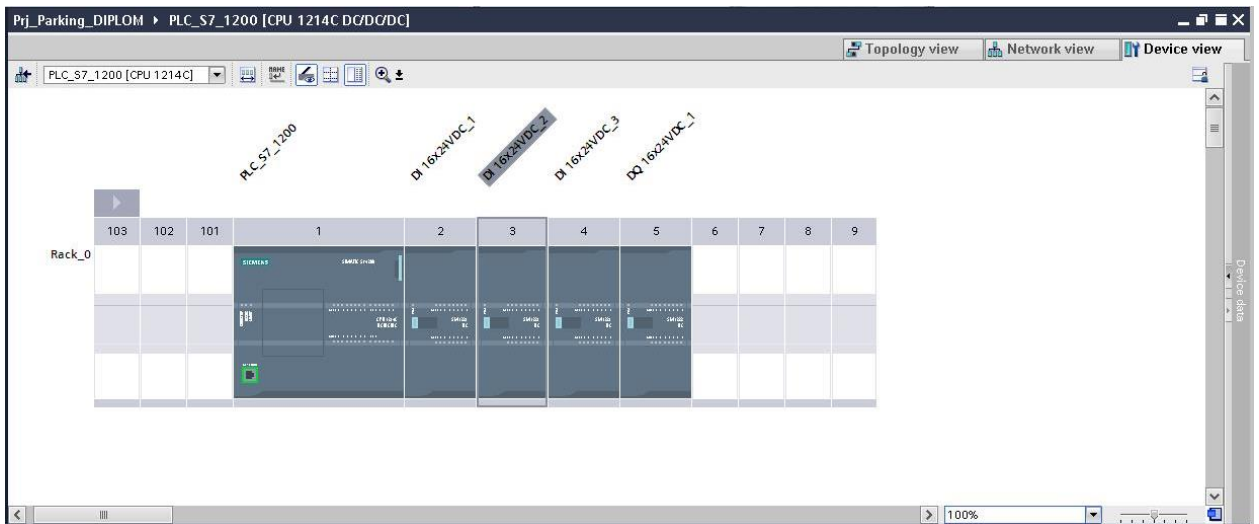
Joonis 4.1. Programmis valitud kontrolleri ja sagedusmuunduri võrguühendus.

Sagedusmuundurite ühendamine toimib läbi Ethernet porte switchi, mis sisaldab mitu vabasisid Ethernet porte. See olek on imiteeritud teises aknas, kus on parem ülevaade nii programmeerijale, kui ka kliendile.



Joonis 4.2. Sagedusmuundurite ühendus kontrolleri läbi switchi SCALANCE XB008.

Sellel switchil on 8 Ethernet porte, mis peab olema piisavalt antud süsteemi jaoks. Kui see on tehtud, siis peab tekitama vastavate sisendite ja väljundite loetelu programmis. Selle jaoks tuleb kõige peamisel leheküljel valida kontrolleri, tõmmata programmis vastavale aknale, valida nimekirjast kasutatavat lisamooduli, ja ühenduda kontrolleri. Joonisel 4.3 on toodud kontrolleri ja 4 lisamoodulite ühendus.



Joonis 4.3. Kontrolleri S7-1200 ja lisamoodulite ühendus programmi sees.

4.2.2. Digitaal sisendite ja väljundite loetelu

Nüüd saab lisada süsteemile digitaal sisendid ja väljundid, nuputades vastava mooduli peale. Antud programmis autor kirjutas sisendid teises lisamoodulis, mis on ka valitud joonisel 4.4. Selle mooduli avades saab lisada süsteemile digitaal sisendeid.

DI 16x24VDC_2 [Module]						
Properties						
IO tags						
Name	Type	Address	Tag table	Comment		
ParkPlace_HiHi_1	Bool	%I2.0	PLC_IO	algse positsiooni andur		
ParkPlace_Hi_1	Bool	%I2.1	PLC_IO	pidurdamise positsiooni andur nr 1		
ParkPlace_Lo_1	Bool	%I2.2	PLC_IO	pidurdamise positsiooni andur nr 2		
ParkPlace_LoLo_1	Bool	%I2.3	PLC_IO	lõpp positsiooni andur		
ParkPlace_HiHi_2	Bool	%I2.4	PLC_IO	algse positsiooni andur		
ParkPlace_Hi_2	Bool	%I2.5	PLC_IO	pidurdamise positsiooni andur nr 1		
ParkPlace_Lo_2	Bool	%I2.6	PLC_IO	pidurdamise positsiooni andur nr 2		
ParkPlace_LoLo_2	Bool	%I2.7	PLC_IO	lõpp positsiooni andur		
FB_Contactor_1	Bool	%I3.0	PLC_IO	Tagasiside kontaktor 1		
FB_Contactor_2	Bool	%I3.1	PLC_IO	Tagasiside kontaktor 2		
FB_Relay_1	Bool	%I3.2	PLC_IO	Tagasiside relee 1		
FB_Relay_2	Bool	%I3.3	PLC_IO	Tagasiside relee 2		
Parking_Place_Sensor_1	Bool	%I3.4	PLC_IO	annab tagasiside, kas parkimiskoht on vaba või ei		
Parking_Place_Sensor_2	Bool	%I3.5	PLC_IO	annab tagasiside, kas parkimiskoht on vaba või ei		
	Bool	%I3.6				
	Bool	%I3.7				

Joonis 4.4. Kahe parkimiskoha sisendite loetelu.

Joonisel 3.3 toodud auto liikumine on kontrollitud 4 anduritena, mis juhtivad rullide pöörlemise kiiruse vastavalt auto asukohale parkimiskoha peal. Nende andurite asukohad koos programmis toodud nimedega on rohkem kirjeldatud joonisel 4.5. „Hi“ – High, ehk ülemine andur; „Lo“ – Low, ehk alumine andur. „Parking_place_Sensor_1“ – joonisel 4.5 on see järelikult „Sensor 1“ näitab süsteemile, kas antud parkimiskoht on vaba, või ei ole. Sellega kõik punase värviga markeeritud andurid annavad signaali süsteemile kogu aeg, aga rohelised lülitavad sisse ainult vastava releega. Süsteem valib vaba parkimiskoha, annab signaali releele, ja vastava rele lülides lülitavad sisse ka õige lüli (mootori sisse lülitamiseks) ja vastavad 4 induktiiv andurid. Tabelis 10 on toodud sisendite ja väljundite loetelu ning nende kirjeldus.



Joonis 4.5. Andurite asukohad ja nimetused programmi sees.

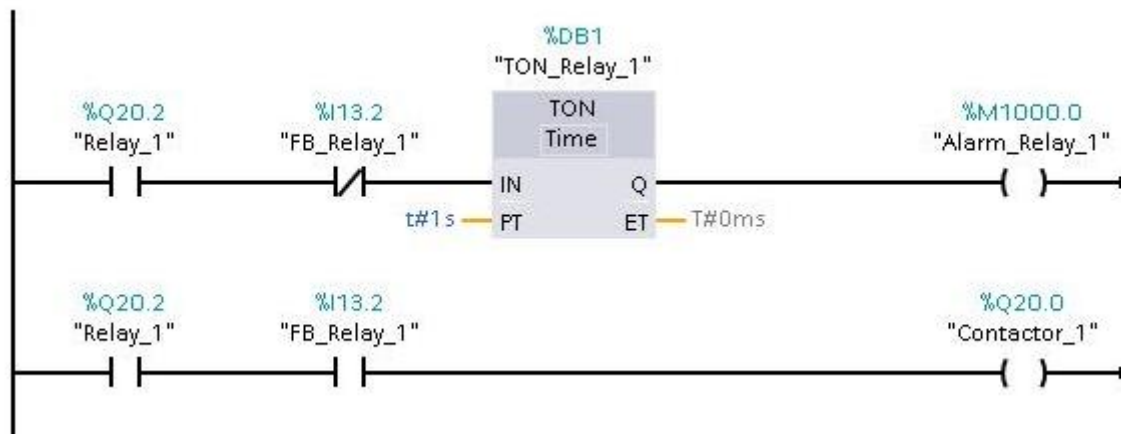
Tabel 4.1. Digitaal sisendite ja väljundite loetelu.

Jrk nr	Sisendi/väljundi nimetus	Kirjeldus
1	ParkPlace_HiHi_1	Sisend; esimese parkimiskoha algse positsiooni induktiivandur
2	ParkPlace_Hi_1	Sisend; esimese parkimiskoha pidurdamise positsiooni induktiivandur nr 1
3	ParkPlace_Lo_1	Sisend; esimese parkimiskoha pidurdamise positsiooni induktiivandur nr 2
4	ParkPlace_LoLo_1	Sisend; esimese parkimiskoha lõpp positsiooni induktiivandur
5	ParkPlace_HiHi_2	Sisend; teise parkimiskoha algse positsiooni induktiivandur
6	ParkPlace_Hi_2	Sisend; teise parkimiskoha pidurdamise positsiooni induktiivandur nr 1
7	ParkPlace_Lo_2	Sisend; teise parkimiskoha pidurdamise positsiooni induktiivandur nr 2

8	ParkPlace_LoLo_2	Sisend; teise parkimiskoha lõpp positsiooni induktiivandur
9	FB_Contactor_1	Sisend; tagasiside lülist, mis käivitab mootori esimesel parkimiskohal
10	FB_Contactor_2	Sisend; tagasiside lülist, mis käivitab mootori teisel parkimiskohal
11	FB_Relay_1	Sisend; tagasiside releest, mis lülitab sisse lüli ja neli induktiivanduri esimesel parkimiskohal
12	FB_Relay_2	Sisend; tagasiside releest, mis lülitab sisse lüli ja neli induktiivanduri teisel parkimiskohal
13	Parking_Place_Sensor_1	Sisend; esimese parkimiskoha andur, mis reageerib autole, määrab auto oleku parkimiskohal
14	Parking_Place_Sensor_2	Sisend; teise parkimiskoha andur, mis reageerib autole, määrab auto oleku parkimiskohal
15	Contactor_1	Väljund; kontrollerr lülitab sisse esimese parkimiskoha mootori
16	Contactor_2	Väljund; kontrollerr lülitab teise esimese parkimiskoha mootori
17	Relay_1	Väljund; kontrollerr lülitab sisse esimese parkimiskoha andurid
18	Relay_2	Väljund; kontrollerr lülitab sisse teise parkimiskoha andurid

4.2.3. Programmikoodi kirjeldus

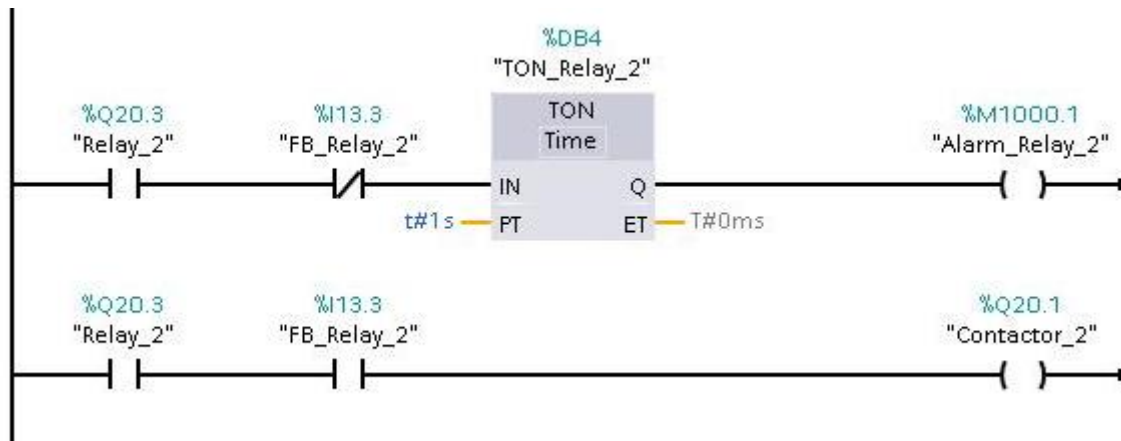
Selleks, et süsteem oleks kindel selles, et õige rele on lülitatud sisse, tuleb süsteemil saada sellest releest tagasiside. Seda tagasisidet esimesel parkimiskohal kirjeldub väljund „FB_Relay_1“ ja teisel parkimiskohal – „FB_Relay_2“.



Joonis 4.6. Esimesel parkimiskohal asuva rele oleku kontroll ja siis õige lüliti sisse lülitamine.

Eialgu kontrollerrilt tuleb signaal releele esimesel parkimiskohal (Relay_1). Siis süsteem lülitab taimeri sisse (TON_Relay_1) ja kontrollib ühe sekundi jooksul (t#1s), kas see rele on lülitatud sisse või ei. Kui ei, siis tuleb vastav häire peale. (Alarm_Relay_1)

Kui mõlemad signaalid „Relay_1“ ja „FB_Relay_1“ on sees, järelilikult häire ei ole peal, rele on õigesti sisse lülitatud ja tohib lülitada sisse vastava mootori, et rullid hakkaksid pöörlema. Samamoodi on tehtud redeli programm teise parkimiskoha jaoks.



Joonis 4.7. Teisel parkimiskohal asuva relee oleku kontroll ja siis õige lüliti sisse lülitamine.

Edasi tuleb kontrollida, kas parkimiskohal asub auto, või ei ole. Selleks on kasutatud andur, mis asub igal parkimiskohal ja pidevalt saadab signaali kontrolleri, vaatamata sellele kumb parkimiskohale süsteem soovib parkida auto. Selle anduri kaudu süsteem saab aru, milline parkimiskoht on vaba.



Joonis 4.8. Mõlemal parkimiskohal asuvate andurite kood.

Andur "Parking_Place_Sensor_1" kontrollib oleku esimesel parkimiskohal. Kui kontrolleri saab signaali, siis järelkult parkimiskoht on vaba ja andur saadab signaali kontrolleri "Park_Place_Free_1". Sama loogika kehtib teise parkimiskoha jaoks - andur "Parking_Place_Sensor_2" ja väljundiks on "Park_Place_Free_2". Järelkult, nende väljundite järgi süsteem saab aru, mis parkimiskoht on praegu vaba ja kuhu tohib parkida auto.

KOKKUVÕTE

Lõputöö eesmärk, mille püstitas klient, on saavutatud. Erilist tähelepanu pöörati parkimishoone mehaanilistele ja automatiseeritud süsteemidele.

Parkimiskohad olid valmistatud EL-i sertifitseeritud taladest ja pöörlevatest rullidest. Konstruktsiooni kandevõime arvutati vastavalt EL standarditele, mis tähendab, et see saab hakkama kõigi B-kategooria autode ja lisaraskustega. Rullide puhul tehti arvutused elektrimootori ja käigukasti spetsifikatsioonide osas. Pärast seda uuriti erinevaid tooteid; valiti kõige sobivamad komponendid.

Parkimissüsteemil on kaks sissesõidu ruumi. Ühel neist on olemas tõsteplatvorm. Eri tüüpi tõstemehhanismide hulgast valiti kruvi tungraud. Lisaks olid tehtud arvutused elektriajami valimiseks.

Juhtimiseks oli valitud kontrolleri Siemens S7-1200. Arvestades, et süsteemile lisanduvad ka sadu releesid, andureid ja muud elektroonikat, valiti lisamoodulid, mis lisanduvad süsteemile sisendite ja väljundite arv. Lisaks projekteerimistöole tehti valitud kontrolleri jaoks väike programm.

Lõputöö lõpuks võiks mainida, et selle parkimisüksuse võiks edasi uurida. Need võivad olla:

- Uus komposiitmaterjal talade ja rullide jaoks.
- Parkimissüsteemi täiendavad juhtimisfunktsioonid.
- Täiustatud mehhanism autode liikumiseks üle parkimiskohtade.

SUMMARY

The target of the thesis, which was set by the client, has been achieved. Particular focus was attributed to the mechanical and automated systems of the parking building.

The parking spots were made out of the EU certified beams and rotating rollers. The carrying capacity of the structure was calculated according to the EU standards, which means that it can handle all B category cars and additional weights. In the case of the rollers, the calculations for the electrical motor and gearbox specifications were made. After that, the various products were researched; the most suitable components were chosen.

The parking system has two additional car entrance rooms. One of them has another lifting platform. From the different types of lifting mechanisms, the screw jack was chosen. In addition, the shaft line calculations for that system were performed. To move that mechanism over the vertical axis, the electrical motors and gearboxes were selected.

To control the complicated parking systems, the control unit is required. This needs to fulfil the control functions of the electrical motors and sensors. On top of that, it needs to be certified, to achieve the

construction regulations. The Siemens control unit was chosen with additional control modules with digital inputs and outputs, as it has the most advanced CPU type and has ready to go regulations. In addition to the design work, the small program for the chosen controller was made.

By the end of the thesis, it could be mentioned that the further study of that parking unit could be made. They could be:

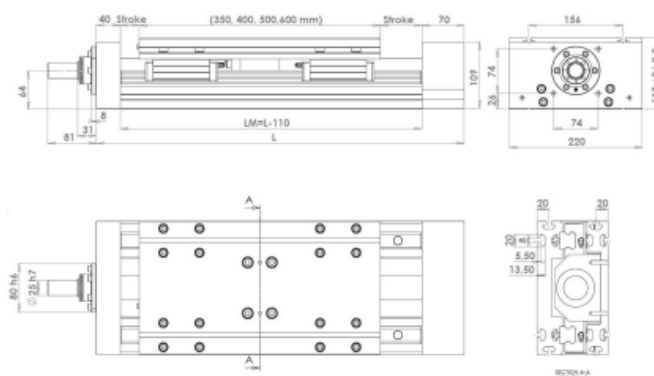
- New composite materials for the structural beams and rollers.
- Additional control functions for the parking system.
- Advanced mechanism for moving cars across the parking spots.

KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

1. Fiat 500 dimensions blueprint. [WWW]
<https://www.carbodydesign.com/gallery/2007/07/10-fiat-500/15/> (01.05.2020)
2. Характеристики Ford D-150 [WWW]
<https://avtomarket.ru/catalog/Ford/F-150/61421/> (01.05.2020)
3. Slip-Resistant Floor Plate Load table. [WWW]
http://www.gratingpacific.com/algrip_safety_floor_plates/algrip_carbon_steel_floor_plate_load_table.html (01.05.2020)
4. Коэффициенты трения покоя и скольжения для пар наиболее распространенных материалов. [WWW]
<https://tehtab.ru/Guide/GuidePhysics/Frication/FrictionToVariousPairs/> (04.05.2020)
5. Flexicarrier 40 Linear Table. [WWW]
<https://www.solidcomponents.com/?company=SCCNS20DW&office=126&page=27225> (05.05.2020)
6. Rollers for pallet trucks with Blicke Besthane. [WWW]
<https://www.blickle.co.uk/product/HB-85x60-20-65K-755685> (05.05.2020)
7. Chain Products. [WWW]
<https://tsubaki.eu/products/chain/> (05.05.2020)
8. Hydromec gearbox configuration. [WWW]
http://hydromec.com/en/products/onestep/sel_machine/ (11.05.2020)
9. Cylindrical photoelectric sensors GR18 Inox. [WWW]
<https://www.sick.com/de/en/photoelectric-sensors/photoelectric-sensors/gr18-inox/grte18s-n2442v/p/p521590> (12.05.2020)
10. Energetic photoelectric proximity sensor. [WWW]
<https://www.sick.com/de/en/glossary/energetic/g/p500945> (12.05.2020)
11. Technical appendix. Screw jack calculcation. [WWW]
<https://en.zimm.com/wp-content/uploads/sites/3/2019/03/calculations-design.pdf> (07.03.2020)
12. Servo-Insert Coupling – WKE/G. [WWW]
<https://www.solidcomponents.com/?company=SCCBC24SB&office=2752&page=51314> (15.05.2020)
13. Siemens SIMATIC S7-1200 Programmable controller manual. [WWW]
https://cache.industry.siemens.com/dl/files/465/36932465/att_106119/v1/s71200_system_manual_en-US_en-US.pdf (16.05.2020)
14. Siemens SIMATIC S7-1500 Programmable controller manual. [WWW]
https://www.automation.siemens.com/salesmaterial-as/interactive-manuals/getting-started_simatic-s7-1500/documents/EN/software_complete_en.pdf (18.05.2020)

15. Siemens SIMATIC ET 200SP Digital input module DI 16x24VDC ST manual. [WWW]
<https://media.distributordatasolutions.com/siemens/2017q1/7bd67157bed89ff61f6f2eb7c3f36b84b387d9d9.pdf> (16.05.2020)
16. Siemens SIMATIC S7-1500 Digital output module DQ 16x24VDC/0.5A ST manual. [WWW]
https://support.industry.siemens.com/cs/attachments/59193401/s71500_dq_16x24vdc_0_5a_st_manual_en-US_en-US.pdf?download=true. (16.05.2020)
17. Tips on sensor selection. [WWW]
<https://www.controleng.com/articles/tips-on-sensor-selection/> (16.05.2020)
18. SKF bearings. [WWW]
<https://www.skf.com/group/products/rolling-bearings/ball-bearings/deep-groove-ball-bearings/single-row-deep-groove-ball-bearings> (16.05.2020)
19. NSK bearings. [WWW]
<https://www.nskeurope.com/en/products/nsk-innovative-products/ball-bearings-ultra-long-life-for-transmissions.html> (16.05.2020)
20. Sick sensors. „Lidar“-sensor. [WWW]
https://www.sick.com/de/en/detection-and-ranging-solutions/2d-lidar-sensors/tim7xx/tim781-2174101/p/p594148?fbclid=IwAR3-hOjwwTGmeLQiUjIMBEgoi_dITYLuGAIUbmYxGqPed3cRQYFc-h3Ro8 (16.05.2020)

Lisa 1. Valitud lineaarmehhanismi manuaal



Artikelnummer
FKK40-220-40X05L2051-S1460-1BL400-MF-BKL60-25-19-HFKP73

Beskrivning
FlexiCarrier fkk40-220

Produktattribut	Värde
Kulskruv	40x05
Bordslängd	400
Slaglängd (OBS! Inklusive överlöp)	1460
Motorpaket	Yes
Motortyp	HF-KP73
Bälgkoppling	BKL60-25-19

Adress: AluFlex System AB
Lilla Garnisonsgatan 34
254 67 Helsingborg
Skåne
Sweden

Telefon: 042-380230
Webb: www.aluflex.se
E-post: orders@aluflex.se

Created: 2020-05-05 10:34:05

Lisa 2. Valitud reduktor-mootori manual

M411A-N08CN-QB7-

Price

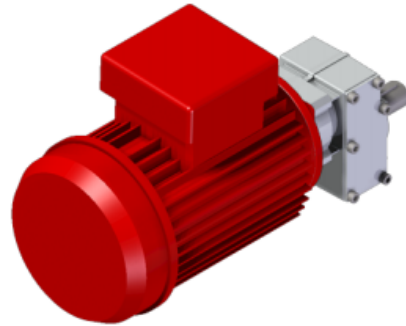
Lead time

Configuration

Type:	M
Size:	411A
Input:	71 B14 ø105
Output shaft/bore:	ø19
Mounting:	-N
Mounting position:	B7
Input bore:	-
Coupling:	-
Terminal box position:	C

Technical data

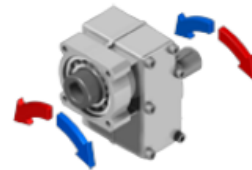
Input rpm (n_1):	1400 min⁻¹
Output rpm (n_2):	128.95 min⁻¹
Ratio (i):	10.86 (08)
Nominal power (P_{1R}):	0.39 kW
Nominal torque (M_{2R}):	28 Nm
Dynamic efficiency (RD):	98%



Selection

Motor power (P_{1M}):	0.37 kW
Output torque (M_{2M}):	27 Nm
Service factor (f.s.):	1.0

Direction of rotation



Lubrication

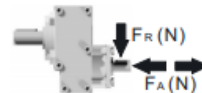
Oil quantity:	0.10l
AGIP:	Tellium VSF 320
SHELL:	Omala S4 WE 320

On our website

Features	Atex certification
How to order	Installation check list
Dimension	Spare parts list
Accessories/options	Complete catalogue
Electric motors	Selection by power (xls)
Selection guide - fs	
Mounting pos. - lubricant	
Calc. the overhung load	

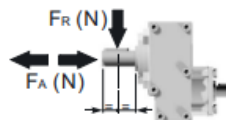
Axial and radial loads

Input shaft



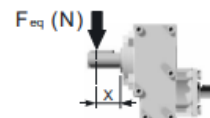
n_2 (min ⁻¹)	FA (N)	FR (N)
1400	240	1200
900	280	1400

Output shaft



n_2 (min ⁻¹)	FA (N)	FR (N)
700	182	910
600	200	1000
400	230	1150
300	250	1250
200	290	1450
140	320	1600

$$F_{eq} = F_R \cdot \frac{40}{X+20}$$



Note

Lisa 3. Induktiiv anduri omadused

Sensor/ detection principle	Photoelectric proximity sensor, Energetic
Housing design (light emission)	Cylindrical
Housing length	55.9 mm
Thread length	31.7 mm
Thread diameter (housing)	M18 x 1
Optical axis	Axial
Sensing range max.	5 mm ... 550 mm ¹⁾
Sensing range	10 mm ... 400 mm ¹⁾
Type of light	Visible red light
Light source	PinPoint LED ²⁾
Light spot size (distance)	Ø 9 mm (400 mm)
Wave length	650 nm
Adjustment	Potentiometer, 270°
Special applications	Hygienic and washdown zones

Lisa 4. Valitud reduktori manuaal

BQ63FB06CS-MB3D

Price

Lead time

Configuration

Type: **B**
 Size: **Q63**
 Input: **Metric**
 Output shaft/bore: **Standard ø25**
 Mounting: **FB**
 Mounting position: **B3**
 Input bore: **-**
 Coupling: **-**



Technical data

Input rpm (n_1): **n.a. min⁻¹**
 Output rpm (n_2): **n.a. min⁻¹**
 Ratio (i): **30.00 (06)**
 Nominal power (P_{1R}): **0.96 kW / 1.56 HP**
 Nominal torque (M_{2R}): **146 Nm / 1230 lb in**
 Dynamic efficiency (RD): **74%**

Selection

Motor power (P_{1M}): **n.a.**
 Output torque (M_{2M}): **n.a.**
 Service factor (f.s.): **n.a.**

Direction of rotation



Lubrication

Oil quantity: **0.30l**
 AGIP: **Telium VSF 320**
 SHELL: **Omala S4 WE 320**

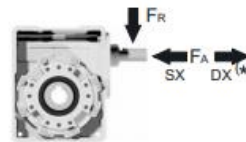
On our website

Features
 How to order
 Dimension
 Accessories/options
 Electric motors
 Selection guide - fs
 Mounting pos. - lubricant
 Calc. the overhung load

Irreversibility
 Thermal limit
 Atex certification
 Installation check list
 Spare parts list
 Complete catalogue
 Selection by power (xls)

Axial and radial loads

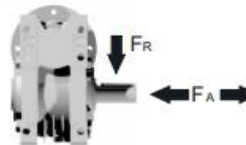
Input shaft



n_2 (min ⁻¹)	FA (N)	FR (N)
1400	90	450

*Strong axial loads in the DX direction are not allowed

Output shaft

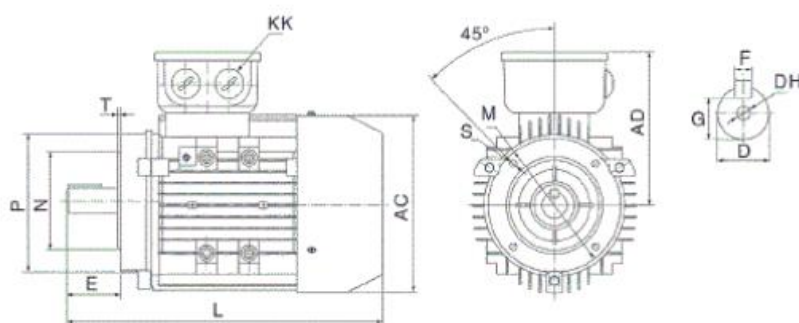


n_2 (min ⁻¹)	FA (N)	FR (N)
200	360	1800
150	400	2000
100	460	2300
75	500	2500
50	600	3000
25	700	3800
15	800	4000

Note

Lisa 5. Valitud elektrimootori manuaal

BEVI



Part number
4A 132M-2-B14

Description
BEVI model B14

Product Attribute	Ref.	Value
byggform		B14
q_effekt		11 kW
q_byggstorlek	H	132 mm
q_poltal		2
q_energiklass		Eff2
q_measurel	L	510 mm
q_measured	D	38 mm
q_measurehd	HD	340 mm
q_model		4A

Address: BEVI AB
Box 41
Bevivägen
384 21 Blomstermåla
Sweden

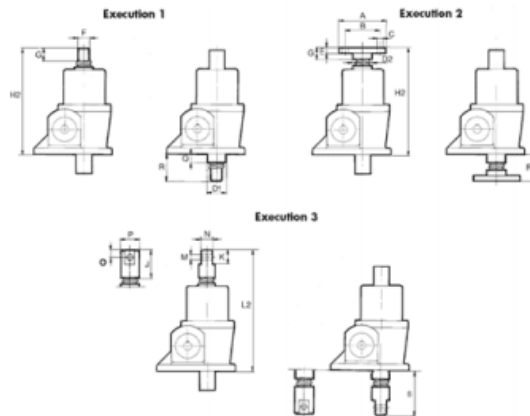
Phone: +46 (0)499 - 271 00
Fax: +46 (0)499 - 271 05
Web: www.bevi.com
Email: teknik@bevi.se

Created: 2020-05-11 21:02:41

Lisa 6. Valitud kruvi tungraua manuaal

benzlers 

with you at every turn



Part number

BDK40/L/U/2/140/-/-/PH/-/-

Description

Screw Jack BDK

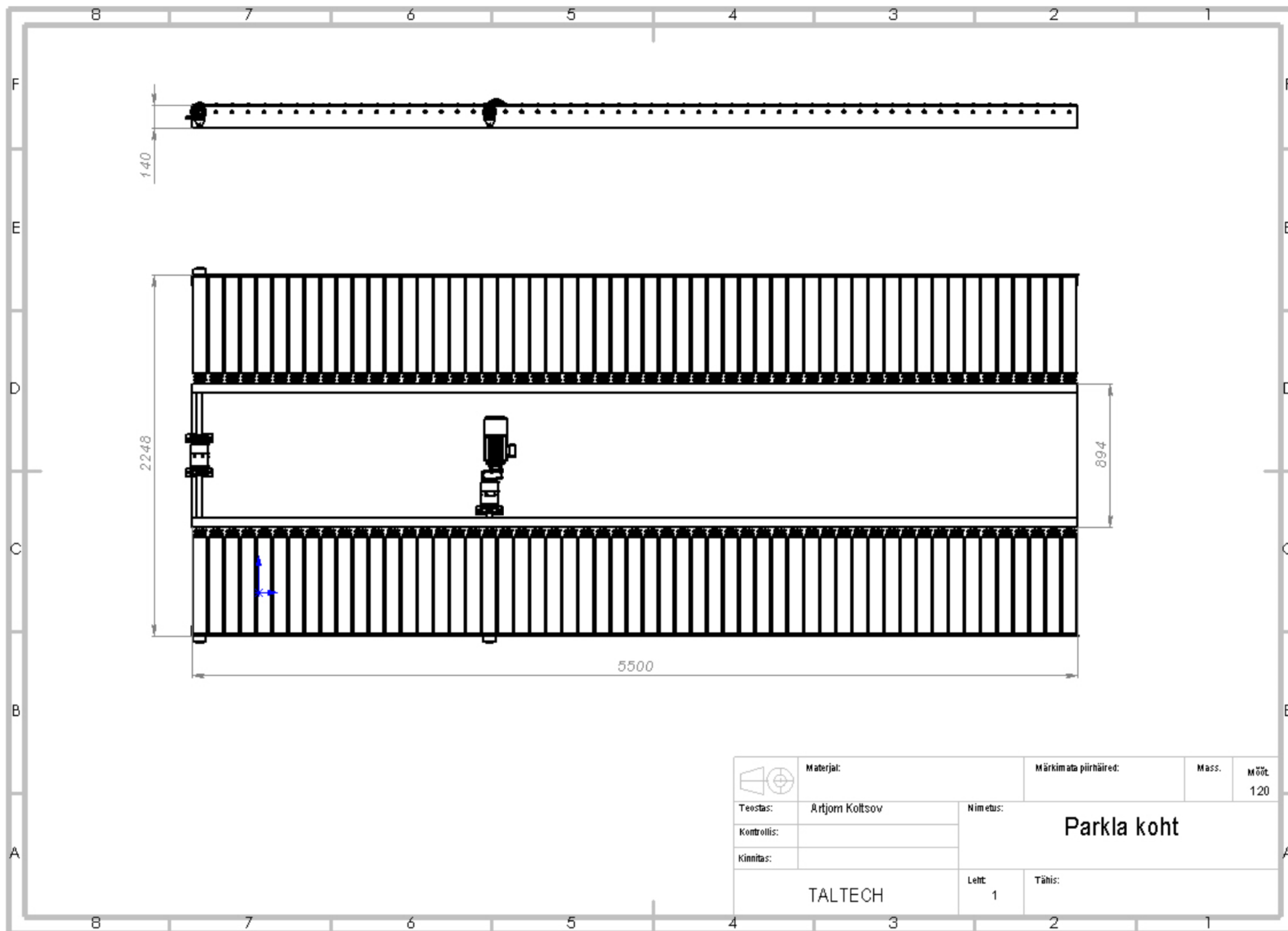
Product Attribute	Value
Load direction	Compression
Load case	Euler II
Stainless lifting screw	No
Load (kN)	25
Lifting speed (mm/min)	100
Stroke	140
Number of strokes each hour	21
Intermittence ED (%/h)	98.0
Temperature (°C)	20
Size	40
Safety factor	1.00
Safety against buckling	19.20
Gear ratio	Low worm gear ratio, 7:1
Number of starts lifting screw	Single start lifting screw
Theoretical running temperature	39.70
Screw direction	Upright
Protection tube	No
End execution	Top plate

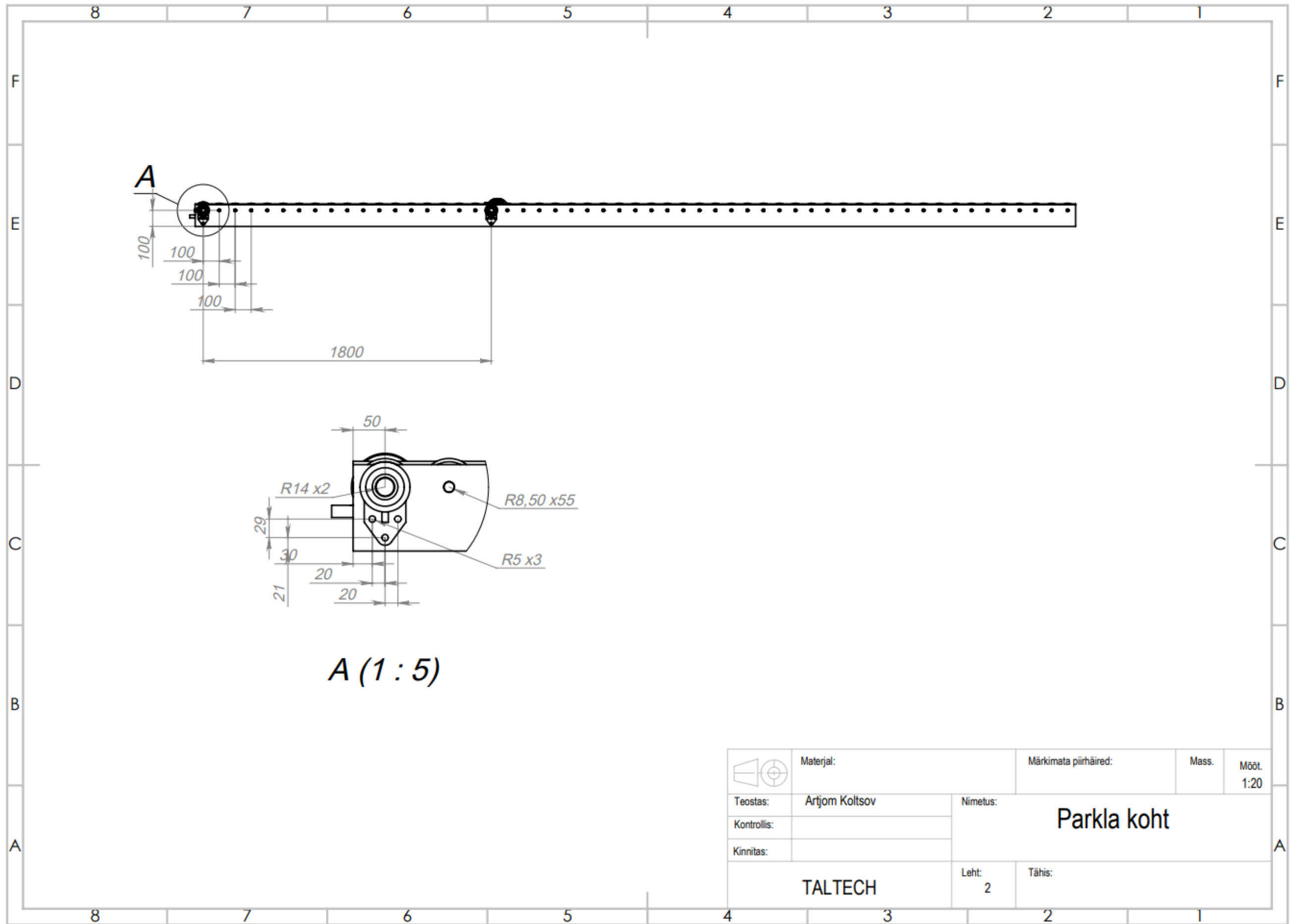
Created: 2020-04-21 15:18:25

Address: Benzlers
Box 922
Porfyrgatan 7
25468 Helsingborg
Sweden

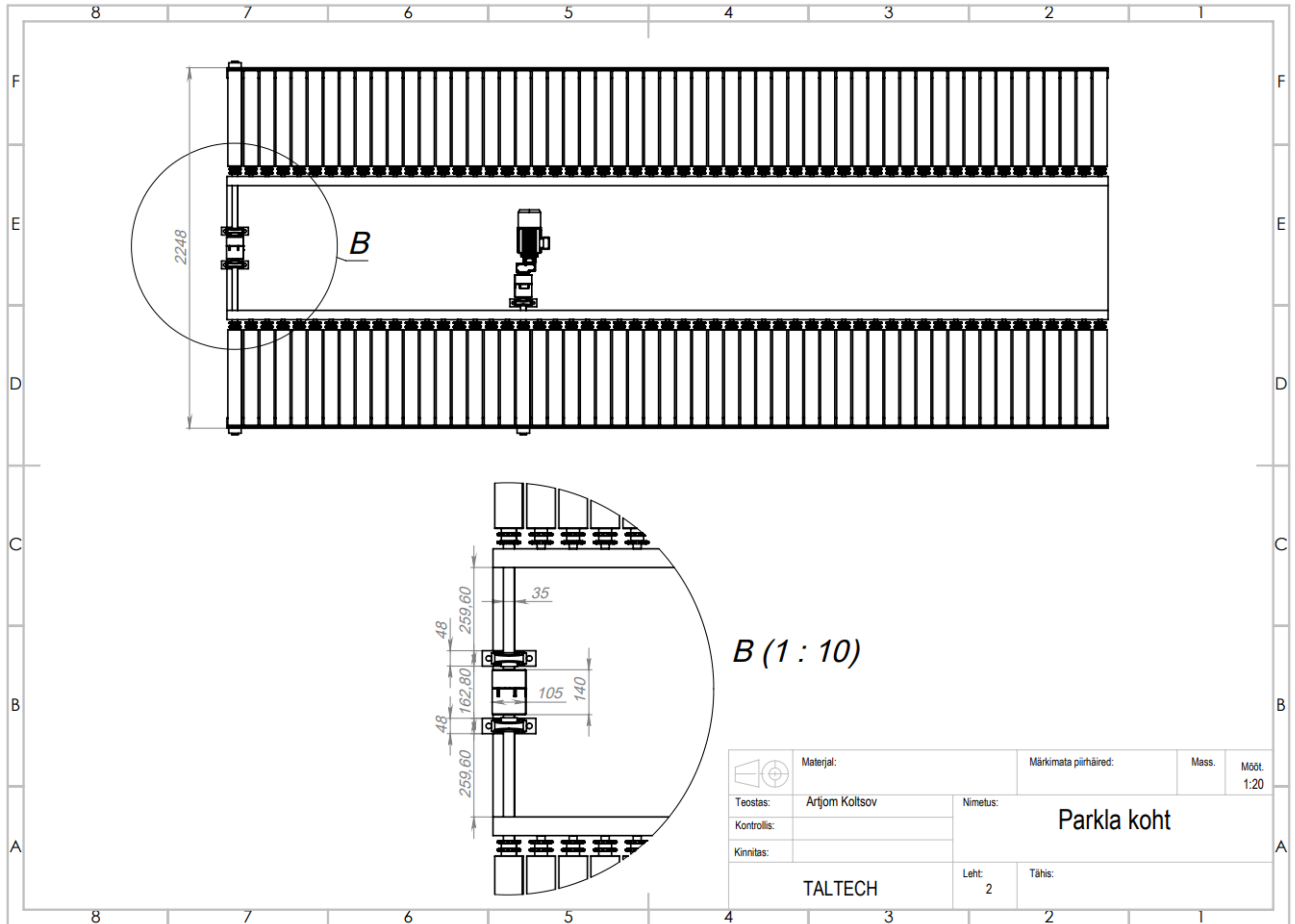
Phone: 042- 18 68 00
Fax: 042- 21 88 03
Web: www.benzlers.se

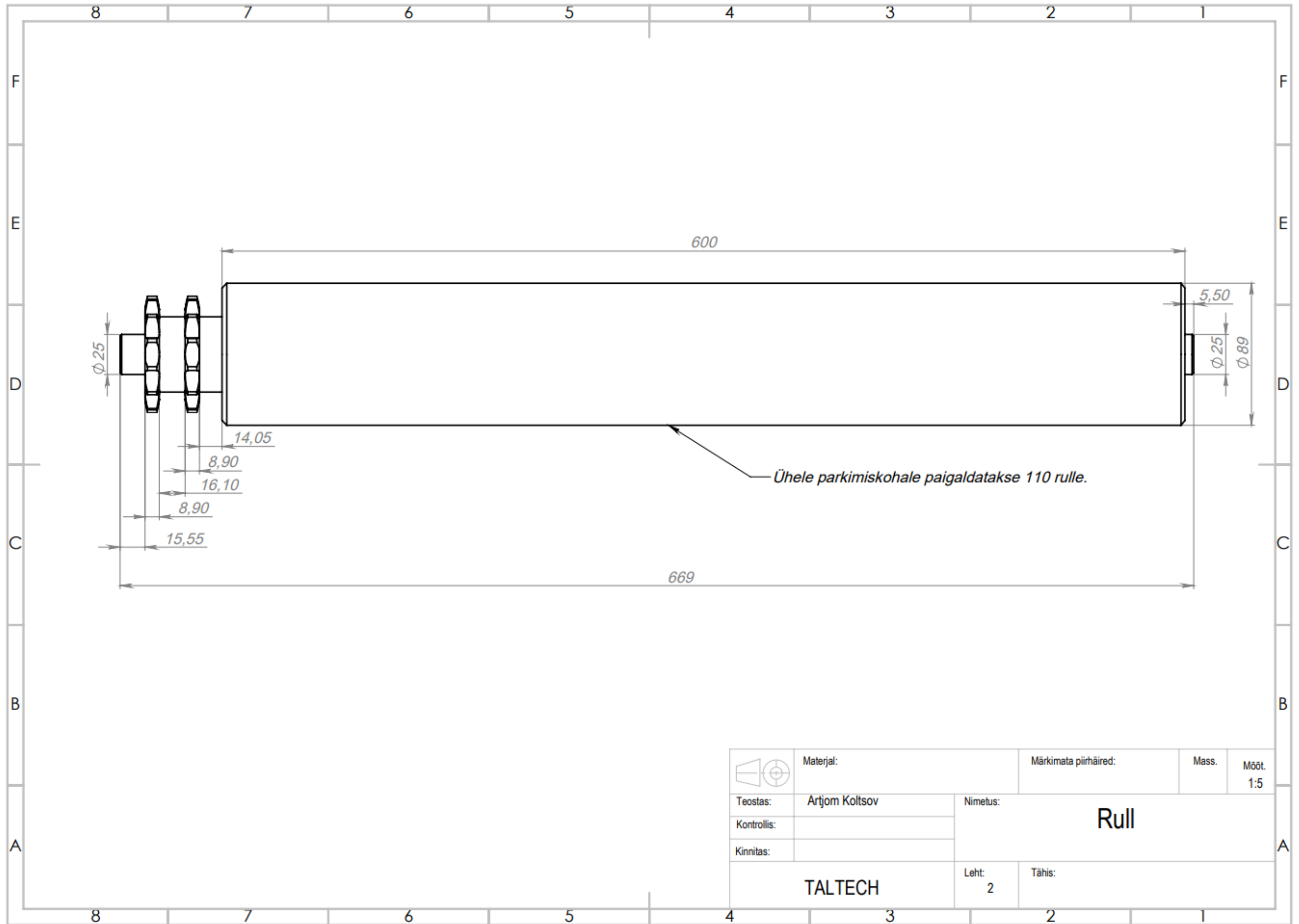
Lisa 7. Parklakoha joonised

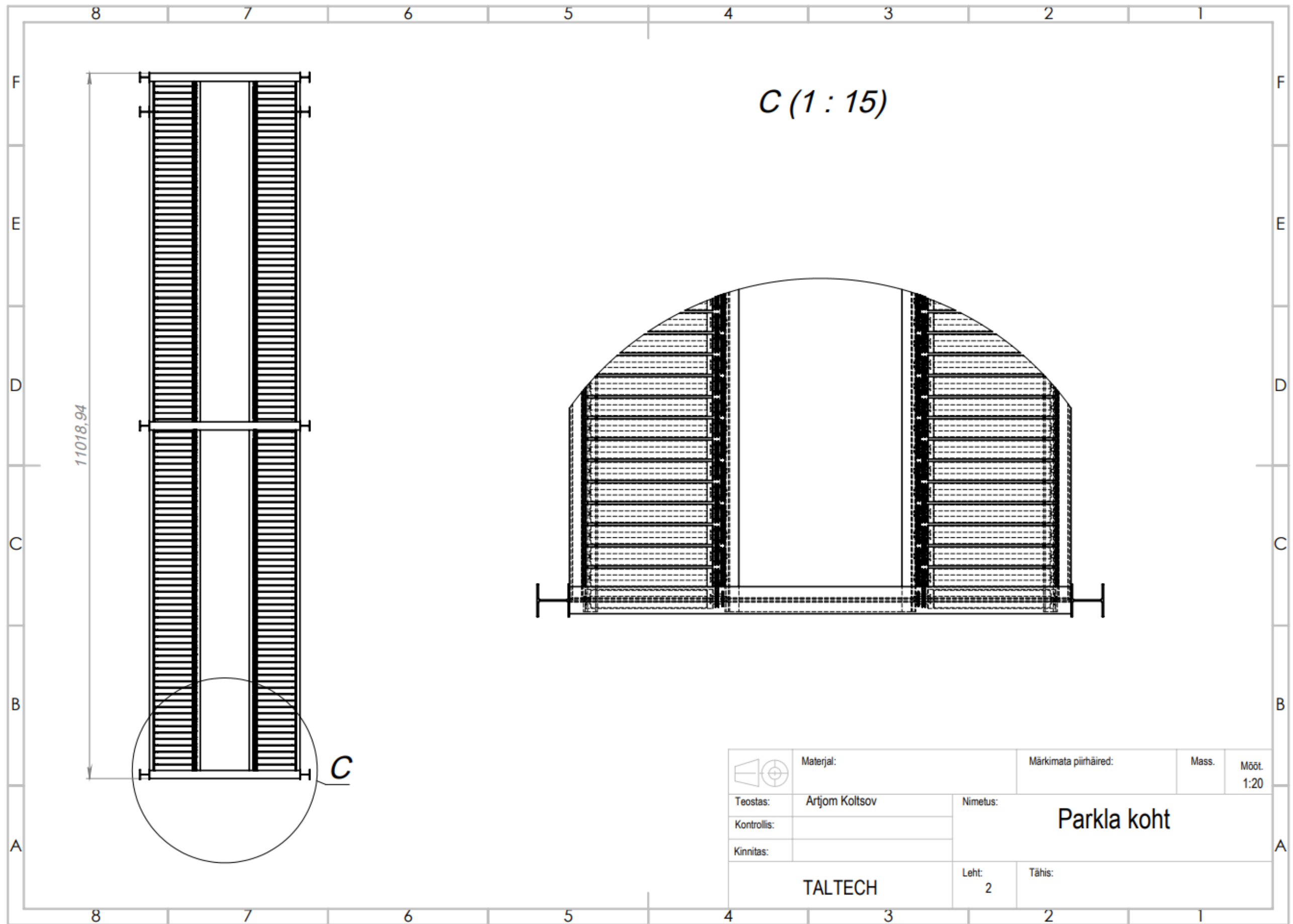





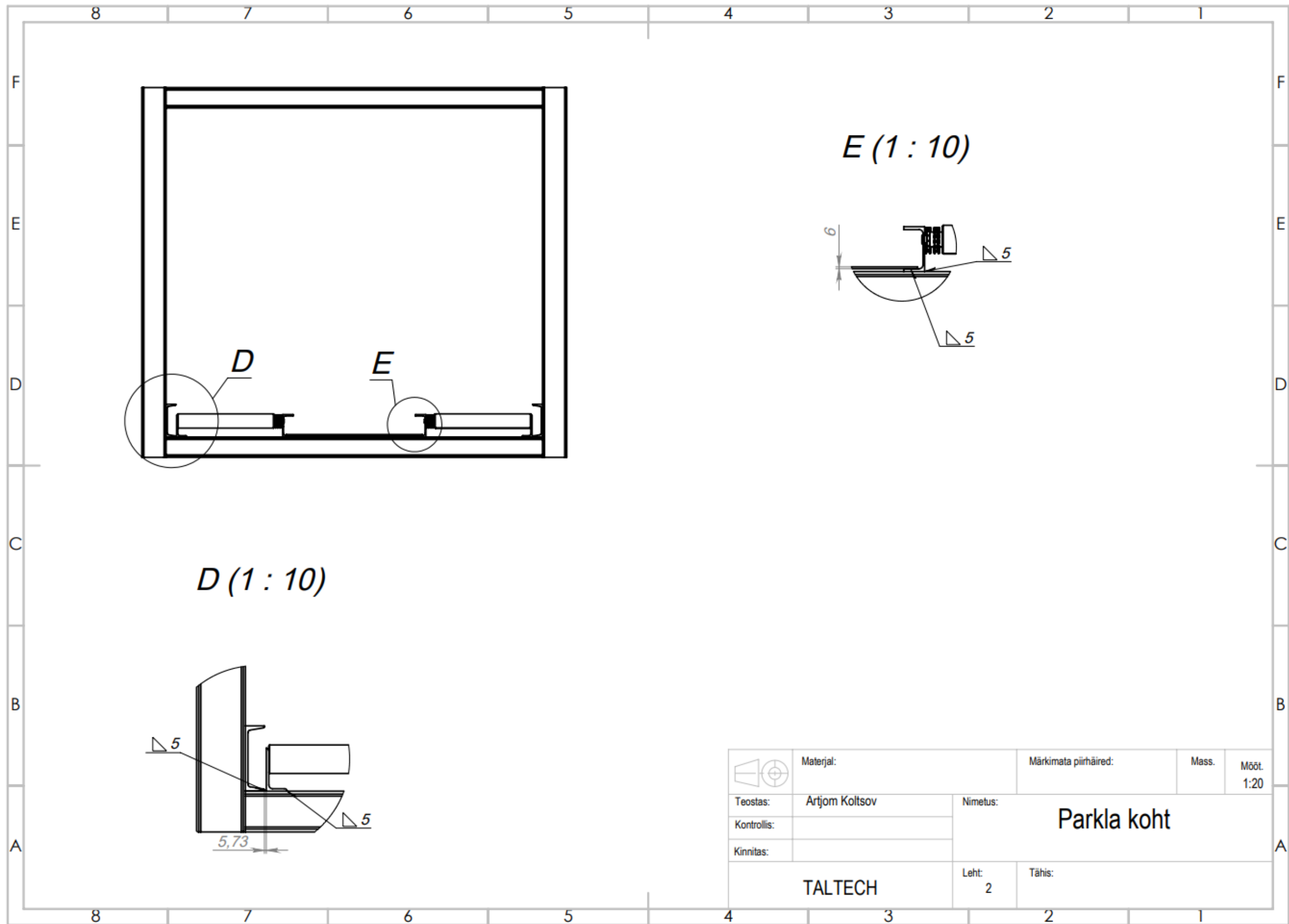
	Materjal:	Märkimata piirhääred:	Mass.	Mööt. 1:20
Teostas:	Artjom Koltsov	Parkla koht		
Kontrollis:				
Kinnitas:				
TALTECH		Leht: 2	Tähis:	







	Materjal:	Märkimata piirähired:	Mass.	Moot. 1:20
	Teostas: Arjom Koltsov	Nimetus: Parkla koht		
Kontrollis:				
Kinnitas:				
TALTECH		Leht: 2	Tähis:	



	Materjal:	Märkimata pürhäired:	Mass.	Moot. 1:20
	Teostas: Artjom Koltsov	Nimetus: Parkla koht		
	Kontrollis:			
Kinnitas:	TALTECH	Leht: 2	Tähis:	

